تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر رشد و عملکرد دانهٔ جو

احمد ثباتی* و ابوالحسن هاشمی دزفولی**

چکیده

رشد و عملکرد دانهٔ ارقام جو آبی (والفجر، بینام و ریحانه) در ۴ تاریخ کاشت (۱۴ و ۳۰ مهر و ۲۳ و ۲۹ آبان) در منطقهٔ کرج مطالعه شد. تأثیر تاریخ کاشت، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه معنی دار بود. کاشتهای زود و دیر باعث افزایش خسارت سرما شد، اما در کاشتهای دیر خسارت شدیدتر بود. برآورد گردید که مناسب ترین زمان کاشت، در حدود ۵۰ روز (۶۰۰ درجه روز) پیش از یخبندان می‌باشد و بیشترین خسارت سرما در صورتی رخ می‌دهد که کاشت تا حدود ۲۲ روز (۲۳۰ درجه روز) قبل از یخبندان به تأخیر افتاده باشد و باتأخیر بیش از این درکاشت، از شدت خسارت کاسته می‌شود. بالاترین عملکرد دانه، در تاریخ کاشت دوم و در رقم ریحانه حاصل شد. رقم بینام عملکرد پایدار و نسبتاً بالایی به ویژه در تاریخ کاشتهای نامساعد داشت. در دو تاریخ کاشت نسبتاً مساعد (۱۴ و ۳۰ مهر)، وزن دانه با سرعت رشد خطی دانه و میزان ذخیره سازی و انتقال ذخیره‌ها همبستگی مثبت نشان داد. شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و دوام سطح برگ هر رقم در تاریخ کاشت دوم بالاتر بود. نسبت رشد پس از گلدهی به حداکثر مادهٔ خشک کل همبستگی بالایی با شاخص برداشت داشت. رقم ریحانه از نظر مقاومت به خوابیدگی، شاخص برداشت، ذخیره سازی و انتقال مجدد و سرعت رشد خطی دانه، بالاترین رقم بود. به نظر می‌رسد در تاریخ کاشتهای مساعد، ارقام والفجر و بینام با محدودیت منبع یا اختلال در انتقال و رقم ریحانه با محدودیت مخزن روبرو بوده است.

واژه‌های کلیدی – *تاریخ کاشت، ژنوتیپ، عملکرد دانه، شاخصهای رشد، شاخص برداشت، سرعت رشد خطی دانه، انتقال مجدد*

مقدمه

تاریخ کاشت از جنبه های مختلفی بر محصول دانهٔ زراعت پاییزهٔ جو تأثیر می‌گذارد. یکی از موارد مهم، تأثیر تاریخ کاشت بر چگونگی زمستان گذرانی گیاه می‌باشد. ناپ و ناپ(۱۳) گزارش کردند که درکاشتهای دیر و نیز تا حدی درکاشتهای زود، عملکرد دانهٔ جو پاییزه به علت آسیبهای ناشی از سرما کاهش یافت. گیاهچهٔ جوان می‌بایست قبل از قرار گرفتن در سرما به حدی از رشد و استقرار رسیده باشد که بتواند سرماهای زمستانه را به خوبی تحمل نماید. از این رو برخی محققین زمان کاشت مناسب را بر اساس فاصلهٔ زمان کاشت تا وقوع سرما اعلام می‌کنند (۵ و ۸). از سوی دیگر درکاشتهای زود هنگام، نمو بیش از حد قبل از سرما، به خصوص در ارقام غیر پاییزه، باعث ورود جوانهٔ انتهایی به مرحلهٔ زایشی و در نتیجه افزایش

* دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تربیت مدرس
** دانشیار زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

حساسیت به سرما (۱۱) و کاهش عملکرد می‌شود (۱۳).

جنبهٔ دیگری از تأثیر تاریخ کاشت، تأثیر آن بر زمان گلدهی و نحوهٔ قرار گرفتن رشد و نمو گیاه در شرایط آب و هوایی و تابشی در فصل بهار می باشد. استاپر و فیشر (۱۷) نشان دادند که با تأخیر در کاشت، مدت زمانی که سایه انداز گیاهی در بهار می‌تواند حداکثر تشعشع را جذب کند، کاهش می‌یابد. این پژوهشگران همچنین بر نقش مهمتر تاریخ گلدهی نسبت به تاریخ کاشت تأکید کردند (۱۸). تاریخ گلدهی شرایط حاکم بر دانه بندی و رشد دانه ها، نظیر دما و تشعشع دریافت شده در دورهٔ پر شدن دانه و نیز مرحلهٔ وقوع تنشهای انتهای فصل را تعیین می‌کند و به این ترتیب بر تعداد و وزن دانه تأثیر عمیقی می‌گذارد. از سوی دیگر مقدار مادهٔ خشک تولید شده تا زمان گلدهی با خوابیدگی رابطهٔ مثبت نشان داده و تأخیر در کاشت با تسریع گلدهی، موجب کاهش خوابیدگی گردیده است (۱۸).

رشد دانه شامل سه مرحلهٔ متمایز، «کند»، «خطی» و «کند ثانویه» یا رسیدگی می‌باشد (۲۱). در مرحلهٔ رشد خطی، سرعت رشد دانه ثابت بوده و در بالاترین مقدار خود قرار دارد. از آنجا که قسمت اعظم وزن دانه در مرحلهٔ خطی تشکیل می‌گردد، مطالعهٔ روند رشد دانه معمولاً به بررسی سرعت و مدت رشد دانه در این مرحله اختصاص پیدا می‌کند (۲۱). مدت مؤثر پرشدن دانه (مدتی که با سرعت رشد خطی دانه، وزن نهایی آن تشکیل می‌گردد) به منابع تأمین کنندهٔ مواد پرورده برای حمایت از رشد خطی دانه ها وابسته است که شامل فتوسنتز جاری گیاه و کربوهیدرات های غیر ساختمانی (ذخیره‌ای) می‌باشد (۱۶). بین سرعت و مدت رشد دانه رابطهٔ منفی برقرار است (۱۶) و افزایش دمای محیط در زمان پر شدن دانه ها (چنانچه با فتوسنتز بیشتر همراه نباشد)، هر چند سرعت پر شدن دانه را افزایش می‌دهد، بر مدت رشد دانه تأثیر سوء بیشتری داشته، آن را کاهش می‌دهد و بدین ترتیب از وزن نهایی دانه کاسته می‌شود (۲۰).

در مرحلهٔ پس از گلدهی معمولاً وزن میانگرهها، حتی پس از توقف رشد طولی، تا مدتی افزایش نشان داده و سپس شروع به کاهش می‌نماید (۶، ۷ و ۱۵). این امر به علت ذخیره سازی مواد پرورده در زمانی است که فتوسنتز خالص افزون بر نیاز اندک دانه‌ها در مراحل اولیهٔ رشد و انتقال مجدد این مواد در اواخر فصل می‌باشد. ذخیره سازی مواد پرورده در شرایط تنش (۱۵ و ۲۲) و دمای بالا (۲۲) کاهش می‌یابد، در حالی که استفادهٔ گیاه از این مواد در چنین شرایطی تشدید می‌گردد (۱۲). از آنجا که انتقال مجدد نیازمند صرف انرژی است (۱۶)، استفادهٔ هر چه بیشتر از فتوسنتز جاری در رشد دانه‌ها مطلوب‌تر به نظر می‌رسد. در مطالعهٔ لباسچی و همکاران (۲) بین عملکرد دانه و «فاصلهٔ ظهور سنبله‌ها تا زمان حداکثر سرعت رشد محصول» همبستگی مثبتی مشاهده شد. چون رشد دانه ها مدتی پس از گلدهی به حداکثر می‌رسد، هر قدر حداکثر سرعت رشد محصول از نظر فنولوژیکی دیرتر حاصل شود روند رشد دانه‌ها با روند فتوسنتز گیاهی هماهنگی بهتری پیدا می‌کند.

آزمایشهای مزرعه‌ای با توجه به هزینه‌های بالای آنها، چنانچه با بررسی شاخصهای فیزیولوژیکی رشد گیاهی همراه گردد نتایج جامعتر و قابل استفاده‌تری فراهم می‌نماید. هدف از انجام این تحقیق مطالعهٔ اثرات تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد دانهٔ زراعت آبی و پاییزهٔ جو، با توجه به شاخصهای مهم رشد گیاهی می‌باشد.

مواد و روشها

آزمایش در سال زراعی ۷۴-۷۳ به صورت یک طرح کرتهای نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با تاریخ کاشت به عنوان عامل افقی و رقم به عنوان عامل عمودی با چهار تکرار، در مزرعهٔ چهارصد هکتاری مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر در منطقهٔ کرج اجرا شد. هر کرت فرعی به ابعاد ۵/۵ در ۲/۵ متر ایجاد گردید. از آنجا که واریانس خطاهای عامل افقی (a) و عامل عمودی (b) در طرح کرتهای نواری، در هر یک از صفات مورد بررسی نسبت به خطای اثر متقابل (c) افزایش معنی داری، حتی در سطح احتمال ۱۵ درصد نشان ندادند، با استفاده از عمل جمع کردن[1]، واریانس خطاهای a و b در

1- Pooling

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

خطای c ادغام شد و طرح به صورت فاکتوریل تجزیه گردید.

چهار تاریخ کاشت از اواسط مهر تا اواخر آبان در نظر گرفته شد که به علت بارندگی، در فواصل نامساوی و در تاریخهای ۱۴ و ۳۰ مهر و ۲۳ و ۲۹ آبان و به وسیلهٔ اولین آبیاری در تاریخهای مذکور اعمال گردید. از سه رقم جو *(Hordeum vulgare)* بهاره با تحمل نسبی سرمای زمستان به نامهای والفجر، بینام و ریحانه در این آزمایش استفاده شد. رقم بینام نسبت به رقم والفجر گلدهی سریعتر و ارتفاع کوتاه‌تری دارد. رقم ریحانه رقم جدیدی است که از رقم بینام نیز کمی کوتاه‌تر و زود رس‌تر و از هر دو رقم دیگر به خوابیدگی مقاوم تر است.

کاشت به کمک ماشین بذرکار با تراکم حدود ۳۵۰ بذر در متر مربع، برروی پشته هایی به عرض ۶۲/۵ سانتیمتر در امتداد شرقی - غربی، با سه خط کاشت در هر پشته انجام شد (هر کرت فرعی شامل ۱۲ خط کاشت). قبل از کاشت، ازت و فسفر به ترتیب به مقادیر ۳۶ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت فسفات آمونیوم به زمین اضافه گردید. کود اورهٔ سرک به میزان ۸۳ کیلوگرم ازت خالص در هکتار به کرتهای تاریخ کاشت اول و دوم در ۲۴ اسفند و به کرتهای تاریخ کاشت سوم و چهارم در ۲۱ فروردین داده شد. کنترل علفهای هرز پهن برگ با استفاده از علفکش ۲ و ۴ - د به میزان ۱/۴ لیتر در هکتار انجام گرفت.

زمان سبز شدن ۵۰٪ در هر تیمار با شمارش تعداد گیاهچه‌های سبز شده در ۴ نقطه از کرتها، طی بازدیدهای ۳ تا ۵ روزه مشخص گردید. در اواخر زمستان ساقه‌های اصلی ۱۵ گیاه در هر کرت با روبان رنگی علامت‌گذاری شد و با مراجعات ۳ تا ۵ روزه به این گیاهان، مراحل فنولوژیکی آنها طبق روش زیداکس (۱۴) ثبت و با رسم نمودار، زمان ظهور کامل برگ پرچم، ظهور اولین ریشکها، شروع گلدهی و اتمام گلدهی (به ترتیب مراحل ۳۹، ۴۹، ۶۱ و ۶۹ در مقیاس زیداکس) در ۵۰٪ گیاهان تعیین گردید.

برای تعیین شاخصهای رشد در هر کرت، اندامهای هوایی گیاهان در فواصل زمانی ۱۴ روزه، از سطحی به مساحت ۲۰×۶۲/۵ سانتیمتر مربع برداشت شد. سطح برگهای گیاهان برداشت شده با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ DELTA-T مدل Mk2 اندازه‌گیری و سپس گیاهان به قسمتهای برگهای سبز، ساقه، سنبله و برگهای غیر فعال تفکیک شده وزن خشک هر قسمت تعیین گردید. کلیهٔ مقادیر وزن خشک در این تحقیق، پس از خشک شدن در آون ۷۵°C به مدت حداقل ۴۸ ساعت تعیین گردید. یک نمونه برداری در پاییز و سایر نمونه برداریها از اواخر زمستان به بعد انجام شد. میانگین داده‌های کرتهای هر تیمار تعیین و در محاسبهٔ شاخصهای رشد تیمار استفاده شد. در محاسبات شاخصهای رشد، از واحدهای حرارتی (درجه روز) طبق رابطهٔ زیر استفاده گردید:

$$Tu = T_m - T_b$$

که در آن Tu واحدهای حرارتی در شبانه روز، T_b دمای پایه معادل صفر درجهٔ سانتیگراد برای جو (۹) و T_m میانگین تعدیل شدهٔ دمای شبانه روز می‌باشد. در محاسبهٔ T_m به جای دماهای حداقل و حداکثر شبانه روز که پایین تر از دمای پایه و یا بالاتر از ۳۰°C بودند به ترتیب دمای پایه و یا ۳۰°C قرار داده شد (۲).

با استفاده از رگرسیون غیر خطی، مناسب ترین معادلات برای شاخصهای رشد به شرح زیر تعیین گردید:

مادهٔ خشک کل: $TDM^{1} = e^{(a + bt + ct^{2} + dt^{0/5})}$

شاخص سطح برگ: $LAI^{2} = e^{(a + bt + ct^{2} + dt^{3})}$

در این فرمول ها t واحدهای حرارتی پس از کاشت و حروف a تا d ضرائب رگرسیونی می‌باشند. شاخصهای نسبت سطح برگ (نسبت شاخص سطح برگ به مادهٔ خشک کل یا LAR[3])، سرعت رشد نسبی (RGR[4]) و سرعت رشد محصول (CGR[5]) با استفاده از روابط بین شاخصهای مذکور محاسبه شد. به علت

1- Total Dry Matter 2- Leaf Area Index 3- Leaf Area Ratio 4- Relative Growth Rate
5- Crop Growth Rate

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

خسارت سرما، مقادیر برگ سبز قبل و بعد از زمستان پیوستگی مناسبی نداشتند. لذا داده‌های نمونهٔ پاییزه در محاسبات مربوط به برگهای سبز منظور نشد. دوام سطح برگ (LAD)[1] در هر دورهٔ فنولوژیکی زندگی گیاه با ضرب کردن طول دوره در متوسط LAI آن دوره محاسبه گردید.

در زمان گلدهی، در هر کرت تعداد ۱۲۰ سنبله به طور تصادفی با روبان رنگی علامت‌گذاری شد و در مرحلهٔ رشد خطی دانه (حدود ۱۵ تا ۲۰ روز پس از گلدهی)، به فاصلهٔ هر ۴ تا ۵ روز از این سنبله‌ها نمونه برداری به عمل آمد. در هر بار تعداد ۸ سنبله به طور تصادفی برداشت شد (حداقل ۴ نوبت) و دانه‌های واقع در بندهای بارور چهارم تا هشتم هر سنبله (شمارش از پایین) جدا و پس از خشک کردن توزین گردید. در زمان رسیدگی نیز مابقی سنبله‌های علامت‌گذاری شده برداشت شد و میانگین وزن نهایی دانه در آنها تعیین گردید. در نمونه برداریهایی که در مرحلهٔ رشد خطی دانه انجام شد بین وزن دانه و زمان نمونه برداری رگرسیون خطی برقرار گردید. به این ترتیب سرعت رشد خطی دانه (شیب رگرسیون) به دست آمد و با تقسیم وزن نهایی دانه بر سرعت رشد خطی آن، مدت مؤثر پر شدن دانه محاسبه شد.

برای تعیین روند ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد پرورده به دانه‌ها، از هر کرت تعداد ۲۰ ساقهٔ در حال گلدهی و ۲۰ ساقه در زمان رسیدگی کامل برداشت شد. همچنین در اوائل رشد خطی دانه‌ها، نمونه برداری سنبله‌های علامت‌گذاری شده همراه با ساقه آنها انجام گرفت. ۷/۵ سانتیمتر از بالا و از قاعدهٔ میانگره انتهایی[2] و همچنین از بخش میانی میانگره ماقبل آخر جدا گردیده و متوسط وزن خشک واحد طول ساقه در این قسمتها تعیین گردید.

به دلیل پراکندگیهای شدید موجود در کرتهای تاریخ کاشت سوم و چهارم (ناشی از خسارت شدید سرما)، ثبت مراحل نمو و نمونه برداریهای رشد، رشد دانه و ذخیره سازی و انتقال، تنها برای تاریخ کاشتهای اول و دوم انجام گرفت.

برداشت نهایی در طول ۲ متر از دو پشتهٔ میانی هر کرت انجام (سطح برداشت ۲/۵ متر مربع) و عملکرد مادهٔ خشک کل و عملکرد دانه (براساس وزن خشک) تعیین گردید. تراکم سنبله با شمارش تعداد کل سنبله‌ها در سطح برداشت نهایی به دست آمد. تعداد دانه در سنبله از طریق شمارش تعداد دانه‌های ۲۰ سنبله و وزن دانه با شمارش و توزین ۱۰۰۰ دانه از محصول نهایی هر کرت محاسبه گردید.

نتایج و بحث

اولین سرما و یخبندان پاییزه (مورخ ۷۴/۹/۱۴) نسبتاً سریع و ناگهانی پیش آمد به طوری که میانگین دما نسبت به روز قبل حدود ۵°C کاهش یافت و دو روز بعد سردترین شب سال با دمای حداقل ۹/۶°C- پیش آمد. با وجود این زمستان سال ۱۳۷۳ از نظر سرما نسبت به سالهای قبل ملایم تر بود به طوری که در این فصل رشد گیاهی مختصری نیز صورت گرفت.

سرمای ناگهانی اواخر پاییز به تراکم گیاهی در تاریخهای کاشت ۲۳ و ۲۹ آبان خسارات بسیار شدیدی وارد کرد. زمان سبز شدن گیاهان در تاریخ کاشت ۲۳ آبان تنها ۱۰ روز با زمان یخبندان فاصله داشت که در این حالت گیاهچه‌های زیادی تلف شدند (جدول ۱). در تاریخ کاشت ۲۹ آبان سبز شدن ۵۰٪ گیاهچه‌ها بعد از سرما واقع شد و در نتیجه تراکم گیاهی نسبت به تاریخ کاشت سوم کمتر آسیب دید. کمپل و همکاران (۸) نتیجهٔ مشابهی را در مورد اثر تاریخ کاشت بر تراکم گیاهی گندم زمستانه گزارش کردند. در تاریخ کاشت اول (۱۴ مهر) نیز تا حدی خسارت سرما به صورت زردی برگها و بوته میری (بسته به حساسیت رقم) مشاهده شد. در این تاریخ کاشت رقم والفجر کمترین و رقم ریحانه بیشترین آسیب زمستانه را متحمل شد. چنانکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود ارقام ریحانه و بینام به طور آشکاری از نظر مرحلهٔ نمو از رقم والفجر جلوتر می‌باشند. در برخی نمونه های اتفاقی از ارقام زودرس آزمایش (ریحانه و بینام) در تاریخ کاشت اول، حتی قبل از یخبندان، گذر مریستم

1- Leaf Area Duration

2- Peduncle

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۱- زمان سبز شدن و تراکم گیاهی قبل از یخبندان و بعد از فصل سرما (در متر مربع)

		زمان سبز شدن ۵۰٪ گیاهچه‌ها	تراکم گیاهی قبل از یخبندان	تراکم گیاهی اواخر زمستان
۱۴ مهر (۷۲۴)[1]	والفجر	۲۱ مهر	۲۸۹	–
	بینام	۲۱ مهر	۳۵۴	–
	ریحانه	۲۱ مهر	۳۰۰	–
۳۰ مهر (۴۶۶)	والفجر	۹ آبان	۳۴۴	–
	بینام	۹ آبان	۳۵۸	–
	ریحانه	۹ آبان	۳۳۴	–
۲۳ آبان (۱۹۱)	والنجر	۴ آذر	۳۴۳	۹۲
	بینام	۳ آذر	۳۵۲	۹۶
	ریحانه	۴ آذر	۳۳۸	۷۰
۲۹ آبان (۱۲۸)	والفجر	–	–	۱۳۹
	بینام	–	–	۱۴۸
	ریحانه	–	–	۹۷

۱- اعداد داخل پرانتز فاصلهٔ زمان کاشت تا اولین یخبندان را برحسب درجه روز نشان می‌دهند. در تاریخ کاشت ۲۹ آبان تعیین زمان و تراکم رویش به دلیل مصادف شدن با یخبندان و در تاریخ کاشتهای ۱۴ و ۳۰ مهر شمارش در اواخر زمستان به دلیل انبوهی و پنجه‌های متعدد امکان پذیر نبود.

جدول ۲- زمان وقوع برخی از مراحل نمو ارقام در تاریخ کاشتهای ۱۴ و ۳۰ مهر

مرحلهٔ نمو[1]		زمان وقوع (روز پس از کاشت / درجه روز) ۳۹	۴۹	۶۱	۶۹
۱۴ مهر	والفجر	۱۸۱ / ۱۵۵۱	۱۹۰ / ۱۶۷۶	۱۹۷ / ۱۷۸۲	۱۹۹ / ۱۸۰۸
	بینام	۱۷۰ / ۱۴۰۸	۱۸۱ / ۱۵۵۱	۱۸۷ / ۱۶۳۱	۱۹۱ / ۱۶۹۱
	ریحانه	۱۶۸ / ۱۳۷۸	۱۷۷ / ۱۴۸۰	۱۸۵ / ۱۵۹۷	۱۹۰ / ۱۶۷۶
۳۰ مهر	والفجر	۱۷۱ / ۱۳۷۳	۱۸۰ / ۱۵۱۲	۱۸۵ / ۱۵۷۲	۱۸۷ / ۱۵۹۵
	بینام	۱۶۰ / ۱۲۰۹	۱۶۷ / ۱۳۱۲	۱۷۵ / ۱۴۳۴	۱۷۹ / ۱۴۹۴
	ریحانه	۱۶۰ / ۱۲۰۹	۱۶۷ / ۱۳۱۲	۱۷۴ / ۱۴۱۸	۱۷۹ / ۱۴۹۴

۱- در مقیاس زیداکس: «۳۹» ظهور کامل برگ پرچم «۴۹» ظهور اولین ریشکها، «۶۱» گلدهی، «۶۹» اتمام گلدهی (در ساقه‌های اصلی)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۳- میانگین مربعات اثر تیمارها و خطای آزمایشی در عملکرد دانه، مادهٔ خشک کل، شاخص برداشت و اجزاء عملکرد

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه	عملکرد مادهٔ خشک کل	شاخص برداشت	تراکم سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه
تاریخ کاشت	۳	۱۶۰۹۰۶/۶۹**	۱۳۴۰۸۷۷/۲**	۷۷/۲۷۴**	۱۷۱۹۱۱/۳۳**	۱۱۸/۱۴۰**	۴/۸۲۵۸
رقم	۲	۳۴۱۹۴/۰۹**	۱۰۳۵۰۱/۵**	۲۰۴/۳۳۸**	۳۳۴۷۶/۴۷**	۱۰/۶۰۳**	۳۸/۱۱۶۲**
اثر متقابل	۶	۱۵۷۵۶/۲۰*	۳۰۹۸۳/۱	۳۲/۷۸۵**	۶۶۱۲/۸۶	۴۰/۹۲۳**	۱۴/۹۰۰۸**
خطا	۳۳	۵۱۸۳/۵۵	۱۷۸۷۲/۹	۵/۰۳۷	۲۸۹۴/۸۵	۸/۷۶۱	۲/۹۴۶۱
ضریب پراکندگی (CV)		٪۱۳/۳	٪۱۱/۱	٪۴/۹	٪۱۳/۵	٪۷/۳	٪۴/۷

* و ** - به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

انتهایی از مرحلهٔ رویشی به زایشی مشاهده شد. جورج (۱۱) نیز گزارش کرد که با ورود جوانهٔ انتهایی گندم به مرحلهٔ زایشی حساسیت به سرما افزایش می‌یابد، لذا در کاشتهای خیلی زود، سرعت نمو بیشتر رقم با حساسیت بیشتر به سرما همراه است. در دو تاریخ کاشت اول، خوابیدگی بوته‌ها پیش آمد که در رقم ریحانه بسیار ناچیز ولی در ارقام والفجر و بینام نسبتاً شدید بود و شدت آن با نزدیک شدن به انتهای فصل بیشتر شد. همچنین خوابیدگی در تاریخ کاشت دوم، که خسارت سرما تقریباً وجود نداشت، بیشتر بود. اولین خوابیدگی (براثر باد و بارندگی شدید مورخ ۷۴/۲/۳) از نظر مرحلهٔ نمو در تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب در رقم بینام «۸» و «۴» روز پس از گلدهی و در رقم والفجر در «زمان گلدهی» و «۴ روز قبل از گلدهی» به وقوع پیوست.

اثر تاریخ کاشت و رقم و نیز اثر متقابل این دو بر روی عملکرد دانه معنی دار تشخیص داده شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم به دست آمد (جدول ۴). تفاوتهای عملکرد دانه بین تاریخهای کاشت تا حد زیادی با میزان خسارتهای سرما قابل توجیه بود. برای بررسی نحوهٔ واکنش عملکرد دانه نسبت به اثر تاریخ کاشت، از آزمون چند جمله‌ایهای متعامد استفاده شد، که با توجه به نامساوی بودن فواصل بین تاریخهای کاشت، ضرائب مربوطه با استفاده از کتاب گومز و گومز (۱) محاسبه شد. این آزمون نشان داد که برای هر سه رقم واکنش خطی و درجهٔ ۳، حداقل در ٪۵ = α معنی دار می‌باشد (نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داده نشده است). از آنجا که در واکنش خطی تغییرات معنی دار عملکرد دانه بین تاریخهای کاشت (جدول ۴) به خوبی توضیح داده نمی شود، واکنش درجهٔ ۳ برگزیده شد. نتایج آزمون چند جمله‌ایهای متعامد و نیز معادلات درجهٔ سوم، براساس فاصلهٔ زمان کاشت تا یخبندان برحسب «روز» یا «درجه روز» به طور کلی مشابه یکدیگر بود. براساس پیش بینی این معادلات، بیشترین عملکرد دانه هنگامی‌حاصل می‌شود که فاصلهٔ زمان کاشت تا یخبندان حدود ۵۰ روز یا ۶۰۰ درجه روز باشد (که بسته به رقم اندکی متفاوت است) و کمترین عملکرد دانه هنگامی‌به دست می‌آید که این فاصله ۲۲ روز یا ۲۳۰ درجه روز باشد (شکل ۱). چنان که ملاحظه می‌شود با کمتر شدن این فاصله از خسارت سرما کاسته می‌شود. کمپل و همکاران (۸) نیز نشان دادند که کشت در زمانهای بسیار نزدیک به یخبندان، به دلیل عدم سبز شدن بذور و محافظت گیاهچه‌ها

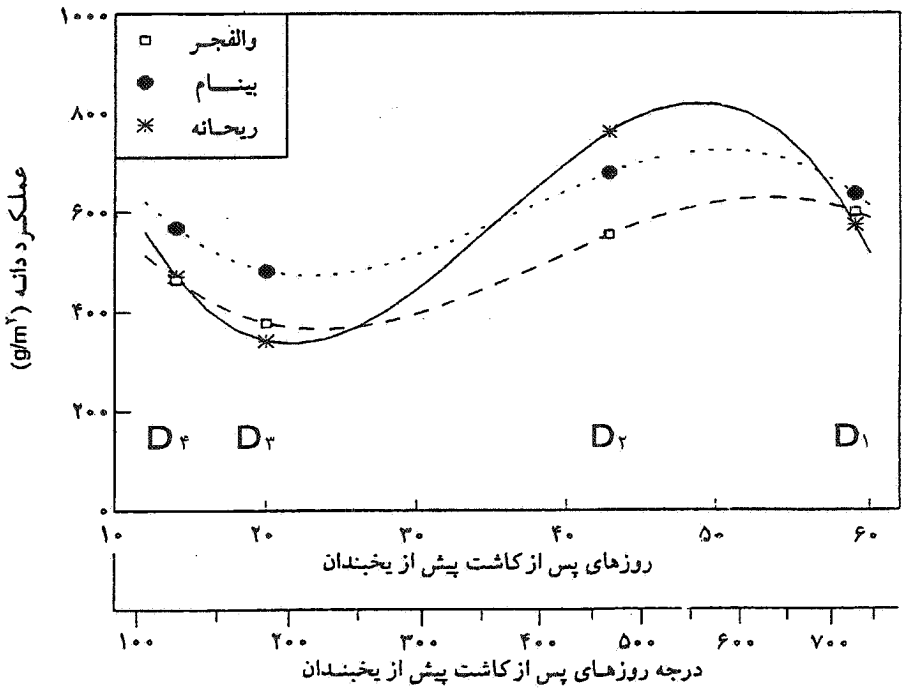
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۴- میانگینهای عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزاء عملکرد دانه

تاریخ کاشت	رقم	عملکرد دانه (g/m^2)	شاخص برداشت (٪)	تراکم سنبله ($تعداد/m^2$)	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه (mg)
۱۴ مهر	والفجر	۵۹۹bc	۴۰/۶e	۴۳۴cd	۳۸/۶cd	۳۶/۰cd
	بینام	۶۳۶bc	۴۴/۴cd	۴۷۰bc	۴۵/۸a	۳۴/۱de
	ریحانه	۵۷۳bcd	۴۹/۲ab	۳۶۸de	۴۳/۹ab	۳۹/۰ab
۳۰ مهر	والفجر	۵۵۴cd	۳۷/۱f	۴۷۸bc	۳۴/۶d	۳۴/۷de
	بینام	۶۷۸ab	۴۱/۸de	۶۴۳a	۳۸/۶cd	۳۳/۰e
	ریحانه	۷۶۰a	۴۸/۰bc	۵۴۷b	۳۴/۷d	۳۹/۹a
۲۳ آبان	والفجر	۳۷۸ef	۴۳/۲de	۲۶۹f	۴۵/۹a	۳۵/۶cde
	بینام	۴۸۲de	۵۰/۱ab	۲۹۳ef	۴۰/۱bc	۳۷/۶abc
	ریحانه	۳۴۲f	۴۷/۱bc	۲۸۴ef	۴۰/۳bc	۳۶/۶bcd
۲۹ آبان	والفجر	۴۶۴de	۴۴/۷cd	۲۹۸ef	۴۳/۶ab	۳۶/۵bcd
	بینام	۵۶۷bcd	۵۱/۹a	۳۶۶de	۴۱/۰bc	۳۷/۸abc
	ریحانه	۴۷۱de	۴۷/۴bc	۳۴۴ef	۴۰/۲bc	۳۷/۸abc

در هر ستون، وجود حرف مشابه در بین میانگینها بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ در آزمون دانکن می‌باشد.



والفجر $y = ۱۱۰۸/۶۷ - ۷۳/۸۴۰x + ۲/۲۵۶x^2 - ۰/۰۱۹۵۰x^3$

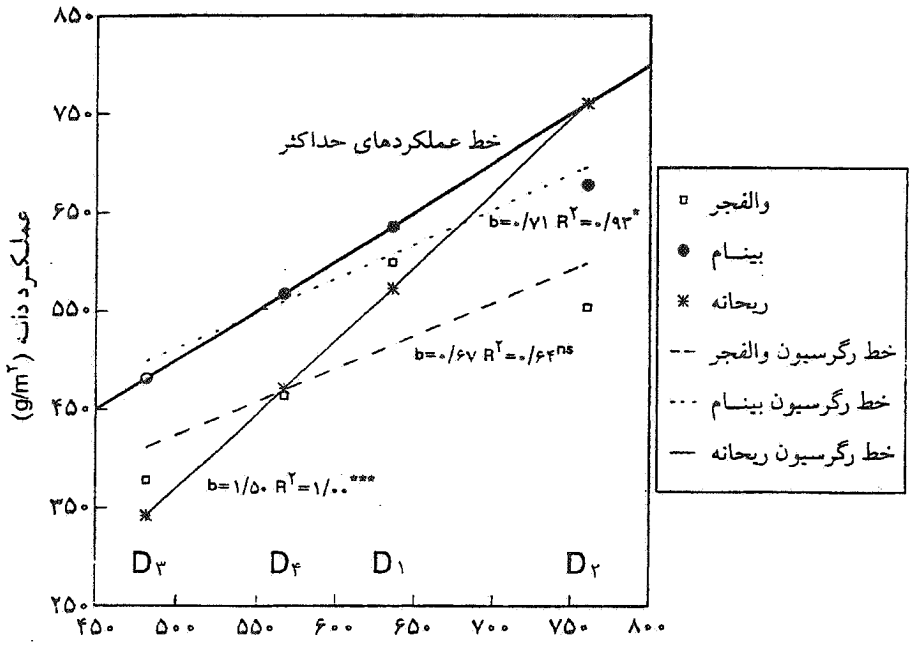
بینام $y = ۱۲۷۶/۰۴ - ۸۲/۷۲۷x + ۲/۶۲۸x^2 - ۰/۰۲۳۹۰x^3$

ریحانه $y = ۱۷۲۳/۶۰ - ۱۵۰/۳۶۷x + ۵/۰۱۳x^2 - ۰/۰۴۷۳۷x^3$

شکل ۱- واکنش عملکرد دانهٔ ارقام، نسبت به فاصلهٔ زمانی (روز) و حرارتی (درجه‌روز) زمان کاشت تا یخبندان. D_1 تا D_4 به ترتیب نشان دهندهٔ تاریخ کاشتهای ۱۴ و ۳۰ مهر و ۲۳ و ۲۹ آبان می‌باشد. معادلات برحسب فاصلهٔ زمانی ذکر شده است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]



شکل ۲- بررسی نحوهٔ واکنش ارقام نسبت به پتانسیل عملکرد دانه در تاریخهای کاشت. D_1 تا D_4 به ترتیب نشان دهندهٔ تاریخ کاشتهای ۱۴ و ۳۰ مهر و ۲۳ و ۲۹ آبان می‌باشد.

در پوشش خاک، نسبت به کاشتهای دو تا سه هفته قبل از یخبندان تراکم گیاه و عملکرد دانهٔ بیشتری حاصل نمود. واکنش عملکرد کل مادهٔ خشک و تراکم سنبله نسبت به اثر تاریخ کاشت نیز مشابه واکنش عملکرد دانه بود.

به منظور بررسی پایداری عملکرد ارقام نسبت به تاریخ کاشت، حداکثر عملکرد ارقام در هر تاریخ کاشت به عنوان پتانسیل عملکرد دانه در آن تاریخ کاشت در نظر گرفته شد و بین عملکرد هر رقم با اعداد پتانسیل، رگرسیون محاسبه گردید (شکل ۲). وضعیت خط رگرسیون رقم ریحانه با شیب بیش از یک نشان داد که این رقم پرمحصول بوده ولی نسبت به تاریخ کاشت حساس است، به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد دانه در این رقم به دست آمد. بنابراین رقم ریحانه برای کشت در تاریخ کاشتهای مناسب و اقلیمهایی که وضع آب و هوایی منظمی دارند مناسب تشخیص داده شد. رقم بینام با عملکرد نزدیک به پتانسیل و با شیب خط کمتر از یک نشان داد که در تاریخهای مختلف کاشت از عملکرد نسبتاً بالا و پایداری برخوردار است، که به ویژه در تاریخ کاشتهای نامساعد بر ارقام دیگر این آزمایش برتری دارد، اما استفادهٔ آن از پتانسیل عملکرد در تاریخ کاشتهای مناسب کاهش می‌یابد. رگرسیون رقم والفجر معنی دار نبود که حاکی از واکنشی متفاوت نسبت به پتانسیل تاریخ کاشت برآورد شده می‌باشد. کاهش واکنش یا واکنش منفی عملکرد نسبت به پتانسیل عملکرد در تاریخ کاشتهای مساعدتر در ارقام بینام و والفجر، به مشکل خوابیدگی این ارقام مربوط می‌باشد. استاپر و فیشر (۱۹) اعلام کردند که مدت خوابیدگی نقش مهمی در تعیین میزان تأثیر خوابیدگی برمحصول دارد. به این ترتیب، وقوع همزمان خوابیدگیها موجب تأثیر شدیدتر آن در رقم دیررس تر والفجر گردیده و در شرایط عدم خسارت سرما کاهش محصول مختصری نیز نشان داده است. البته این بررسی در اینجا تنها به منظور معرفی کاربرد این روش مطرح شد و برای یک نتیجه گیری معتبر تعداد محدود داده‌های این آزمایش یکساله کافی نمی باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۵- ضرائب همبستگی بین عملکرد دانه، مادهٔ خشک کل، شاخص برداشت و اجزاء عملکرد، بالای قطر جدول: در بین کلیهٔ کرتها (n = ۴۸)؛ پایین قطر جدول: در بین کرتهای تاریخ کاشت (میانگین ارقام، n = ۱۶)

	عملکرد دانه	عملکرد مادهٔ خشک	شاخص برداشت	تراکم سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه	تعداد دانه در واحد سطح[1]
عملکرد دانه		۰/۸۹۹**	۰/۰۳۱	۰/۸۴۱**	-۰/۴۱۳**	۰/۰۶۷	۰/۷۹۴**
عملکرد مادهٔ خشک	۰/۹۷۷**		-۰/۴۰۳**	۰/۹۱۷**	-۰/۴۴۶**	-۰/۲۱۹	۰/۸۶۳**
شاخص برداشت	-۰/۶۶۵**	-۰/۸۰۴**		-۰/۳۲۹*	۰/۱۳۱	۰/۶۴۰**	-۰/۳۰۹*
تراکم سنبله	۰/۹۳**	۰/۹۶۴**	-۰/۸۰۵**		-۰/۵۱۳**	-۰/۲۷۵	۰/۹۲۴**
تعداد دانه در سنبله	-۰/۵۶۵*	-۰/۵۹۴*	۰/۵۱۱*	-۰/۷۲۹**		۰/۱۲۹	-۰/۱۵۸
وزن دانه	-۰/۳۰۷	-۰/۴۰۹	۰/۶۰۲*	-۰/۴۴۴	۰/۱۹۸		-۰/۳۷۲**
تعداد دانه در واحد سطح[1]	۰/۹۵۳**	۰/۹۷۳**	-۰/۷۷۶**	۰/۹۵۸**	-۰/۵۱۱*	-۰/۴۷۱	

* و ** - به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

۱- حاصلضرب تراکم سنبله در تعداد دانه در سنبله

شاخص برداشت در تاریخ کاشت دوم در پایین ترین میزان و در تاریخ کاشتهای دیر در حد بالایی قرار داشت (جدول ۴). رقم والفجر در بین ارقام با ارتفاع بیشتر، پایین ترین شاخص برداشت را در بین تمام تاریخهای کاشت نشان داد. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بسیار معنی دار بود (جدول ۳). در تاریخ کاشتهای ۱۴ و ۳۰ مهر، رشد رویشی نسبتاً مناسب و خوابیدگی، موجب کاهش چشمگیر شاخص برداشت ارقام والفجر و بینام نسبت به تاریخ کاشتهای دیر گردید. از نظر شاخص برداشت، رقم ریحانه در بین تاریخهای کاشت تغییری نشان نداد، ولی رقم بینام در تاریخ کاشتهای دیر افزایش نشان داد. شاخص برداشت به میزان زیادی تفاوتهای پایداری عملکرد ارقام در تغییر تاریخ کاشت را توضیح می‌دهد. علت برتری عملکرد رقم ریحانه در شرایط رشد رویشی مناسب را می‌توان به مقاومت آن به خوابیدگی و در نتیجه حفظ شاخص برداشت بالای آن در این شرایط مربوط دانست. از سوی دیگر پایداری رقم بینام مربوط به افزایش چشمگیر شاخص برداشت آن در تغییر زمان کاشت از تاریخ کاشتهای مساعد (۱۴ و ۳۰ مهر) به نامساعد (۲۳ و ۲۹ آبان) می‌باشد که تأثیر کاهش مادهٔ خشک گیاهی در عملکرد دانه را تا حد زیادی جبران نموده‌است.

در بین کرتهای تاریخ کاشت (میانگین ارقام)، همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه منفی گردید (جدول ۵). اساساً همبستگی مثبت شاخص برداشت و عملکرد دانه هنگامی‌دیده می‌شود که رشد گیاهی تیمارها در مقادیر نسبتاً مشابهی قرار داشته باشد. بنابراین در حالی که رشد گیاهی در تاریخهای کاشت به درجات متفاوتی از سرما آسیب دید نقش مهمتر مادهٔ خشک کل در تعیین عملکرد دانه و رابطهٔ قوی و منفی آن با شاخص برداشت (جدول ۵)، موجب همبستگی منفی بین شاخص برداشت و عملکرد دانه شد.

در بین اجزاء عملکرد، تراکم سنبله بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۵). در بررسی روابط بین عملکرد دانه و تراکم سنبله به تفکیک رقم، ضرائب همبستگی در رقم والفجر ۰/۸۲، بینام ۰/۷۹ و ریحانه ۰/۹۴ بود که وجود رابطهٔ خطی مستحکم تری بین عملکرد دانه و تراکم سنبله را در این رقم نشان می‌داد. تعداد دانه در واحد سطح، نیز که در غلات ریز دانه مؤلفهٔ اصلی در تعیین ظرفیت مخزن به شمار می‌رود (۴)،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۶- ضرائب همبستگی بین مؤلفه های رشد دانه، وزن نهایی دانه در سنبله های علامت‌گذاری شده[1] و اجزاء عملکرد، در تاریخ کاشتهای اول و دوم (n = ۲۴)

	وزن نهایی دانه[1]	وزن دانه[2]	تعداد دانه در سنبله	تراکم سنبله	مدت مؤثر رشد دانه
سرعت رشد خطی دانه	۰/۶۲۹**	۰/۳۸۹	-۰/۵۸۳**	۰/۰۴۵	-۰/۸۸۴**
مدت مؤثر رشد دانه	-۰/۲۶۲۶	-۰/۰۲۰	۰/۵۲۳**	-۰/۲۴۷	
تراکم سنبله	۰/۴۲۰*	-۰/۴۱۷*	-۰/۳۹۵		
تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۳۴	-۰/۱۲۲			
وزن دانه[2]	۰/۸۳۱**				

* و ** - به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

۱- وزن نهایی دانه در سنبله های علامت‌گذاری شده برای مطالعهٔ مؤلفه های رشد دانه

۲- وزن نهایی دانه در کل کرت

جدول ۷- میانگین مؤلفه های رشد دانه در تاریخهای کاشت (اول و دوم) و ارقام

	سرعت رشد خطی دانه		مدت مؤثر رشد دانه	
	mg/d	mg/°C d	روز	درجه روز
۱۴ مهر	۱/۱۸۲	۰/۰۶۳۹	۳۳/۳	۶۱۳/۱۷
۳۰ مهر	۱/۳۵۴	۰/۰۷۲۱	۲۹/۵	۵۵۴/۲۲
والفجر	۱/۳۶۰a	۰/۰۶۷۹ab	۲۹/۶	۵۹۴/۳۰
بینام	۱/۰۲۶b	۰/۰۵۶۷b	۳۳/۵	۶۰۵/۶۵
ریحانه	۱/۴۱۷a	۰/۰۷۹۵a	۳۱/۰	۵۵۱/۱۲

در بین میانگینهای سرعت رشد خطی دانهٔ ارقام در هر ستون، وجود حرف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ در آزمون دانکن می‌باشد.

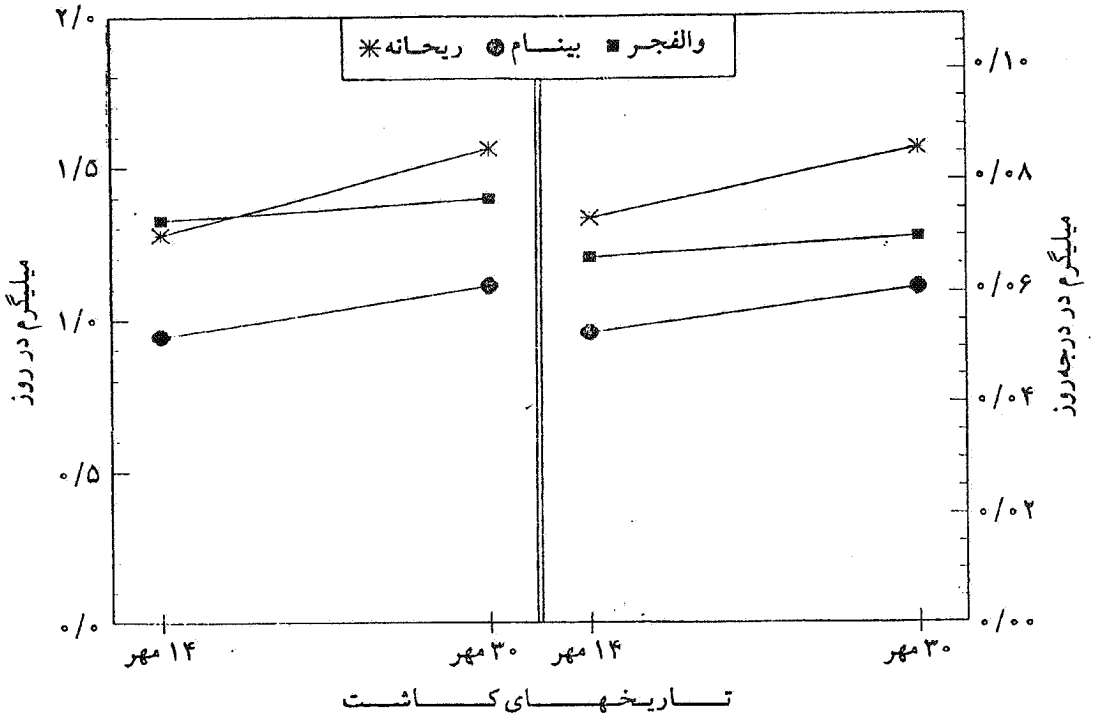
همبستگی بالایی با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۵).

وزن دانه در بین تاریخهای کاشت از نظر آماری مشابه بود ولی اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر روی آن بسیار معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسهٔ میانگینهای وزن دانه به روش دانکن (جدول ۴) نشان داد که تفاوتهای ارقام و نیز علت معنی دار شدن اثر متقابل، مربوط به تاریخ کاشتهای مساعد است، زیرا در کاشتهای دیر هنگام وزن دانهٔ ارقام مشابه بود، ولی در دو تاریخ کاشت اول، وزن دانهٔ رقم ریحانه نسبت به دو رقم دیگر برتری نشان داد. لذا همبستگی تعداد دانه در واحد سطح با عملکرد دانه در این دو تاریخ کاشت، بین ارقام متفاوت بود (ضریب همبستگی در ارقام والفجر، بینام و ریحانه به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۰۹ و ۰/۸۶) و فقط رقم مقاوم به خوابیدگی ریحانه رابطهٔ قوی تعداد دانه در واحد سطح با عملکرد دانه را حفظ کرد.

در بررسی مؤلفه های رشد دانه در دو تاریخ کاشت اول، تنها اثر رقم در سرعت رشد خطی دانه معنی دار تشخیص داده شد (۵٪ = α، نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داده نشده است). البته با محدود شدن این بررسی به دو تاریخ کاشت و کاهش درجات آزادی، احتمال آشکار نشدن سایر اثرهای معنی دار وجود دارد (ضریب پراکندگی برای سرعت رشد خطی دانه و مدت مؤثر پرشدن دانه به ترتیب ۱۸/۸٪ و ۱۷/۴٪ است). سرعت رشد خطی دانه مؤلفهٔ اصلی تعیین کنندهٔ وزن دانه (به ویژه در بین‌ارقام) شناخته شد (جدول ۶). سرعت رشد خطی دانه با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]



شکل ۳- سرعت رشد خطی دانهٔ ارقام در تاریخ کاشتهای اول و دوم، در مقیاس زمانی (میلیگرم در روز) و حرارتی (میلیگرم در درجه روز)

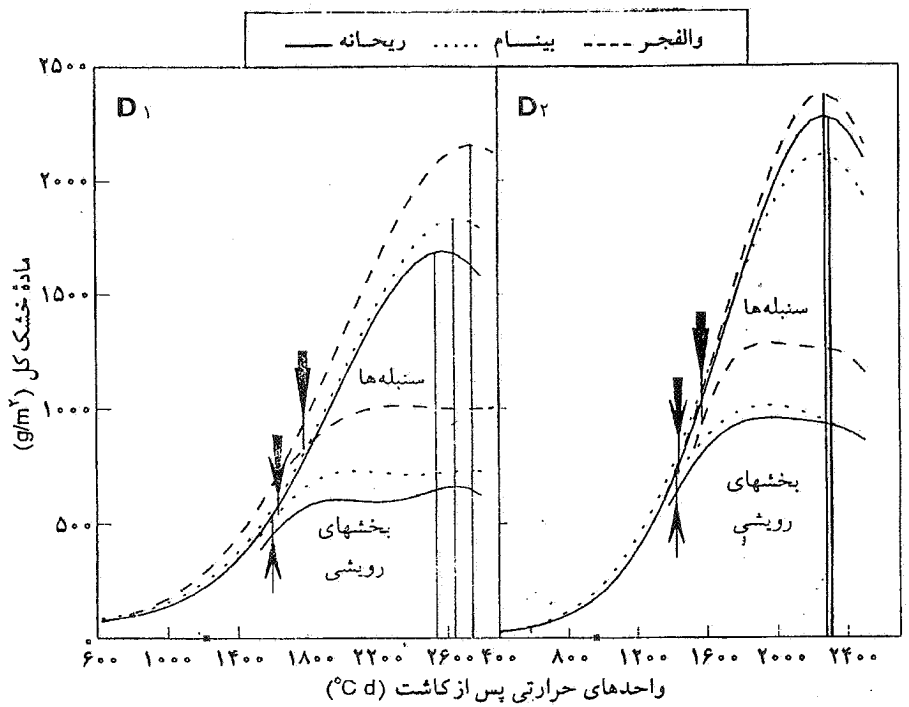
تغییر تاریخ کاشت از ۱۴ به ۳۰ مهر افزایش نشان داد (جدول ۷). از آنجا که دورهٔ پرشدن دانه در تاریخ کاشت دوم با دماهای بالاتری مصادف شده بود، ممکن است افزایش سرعت رشد خطی دانه در اثر دما بوده باشد (۱۶ و ۲۰). لذا سرعت پرشدن خطی دانه برحسب میلیگرم در درجه روز نیز محاسبه شد. در این حالت نیز برتری تاریخ کاشت دوم مشاهده گردید (جدول ۷). این امر ممکن است به افزایش تشعشع روزانه در دورهٔ پرشدن دانه ها از تاریخ کاشت اول به دوم، بر اثر روند افزایشی آن در بهار و یا کاهش تعداد دانه در سنبلهٔ تاریخ کاشت دوم نسبت به اول بوده باشد (جدول ۴). این صفت رابطهٔ منفی نسبتاً بالایی با سرعت رشد خطی دانه نشان داد (جدول ۶). رقم ریحانه از بیشترین سرعت رشد خطی دانه برخوردار بود. دورهٔ رشد دانه‌ها در رقم دیرگل والفجر با دماهای گرمتری متقارن بود و لذا سرعت رشد خطی دانهٔ آن که در مقیاس زمانی تقریباً نزدیک به رقم ریحانه قرار داشت با تعدیل اثر دما (در مقیاس حرارتی) از رقم ریحانه فاصله گرفت (شکل ۳).

در منحنیهای مادهٔ خشک کل (در تاریخ کاشتهای اول و دوم) مشاهده شد که به طور کلی تفاوتهای تیمارها از نظر مادهٔ خشک کل با میزان خسارتهای ناشی از سرما توضیح پذیر است، به طوری که کمترین مادهٔ خشک گیاهی در تاریخ کاشت اول و در رقم ریحانه و بعد از آن در رقم بینام مشاهده گردید (شکل ۴)، که به همین ترتیب بیشترین خسارت سرما را نیز متحمل شده بودند. در شکل ۴ برتری مادهٔ خشک کل رقم والفجر نسبت به دو رقم دیگر به چشم می‌خورد اما ملاحظه می‌شود که این برتری تنها مربوط به مادهٔ خشک اندامهای رویشی می‌باشد. همچنین این نمودار نشان می‌دهد که مقدار مادهٔ خشک کل در زمان گلدهی، که با خوابیدگی رابطهٔ مثبت دارد (۱۸)، در رقم والفجر بیشترین و در رقم ریحانه کمترین مقدار بوده است.

در آغاز بهار وزن خشک گیاهان در تاریخ کاشت ۱۴ مهر بالاتر از ۳۰ مهر بود، اما در این هنگام تنها شاخص سطح برگ رقم مقاوم به سرمای والفجر در تاریخ کاشت اول بالاتر از تاریخ کاشت دوم قرار داشت (شکل ۵). به هر حال تولید سطح برگ در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]



شکل ۴- مقادیر برآورد شدهٔ مادهٔ خشک کل در تاریخ کاشتهای اول و دوم. خطوط عمودی زمان تقریبی حصول حداکثر وزن برآورد شدهٔ سنبله‌ها را نشان می‌دهند. علامت « ■ » زمان اولین نمونه برداری بهاره (۷۳/۱۲/۱۶) و پیکانها (↑ و ↑) زمان تقریبی گلدهی را به ترتیب در ارقام والفجر ، بینام و ریحانه نشان می‌دهند.

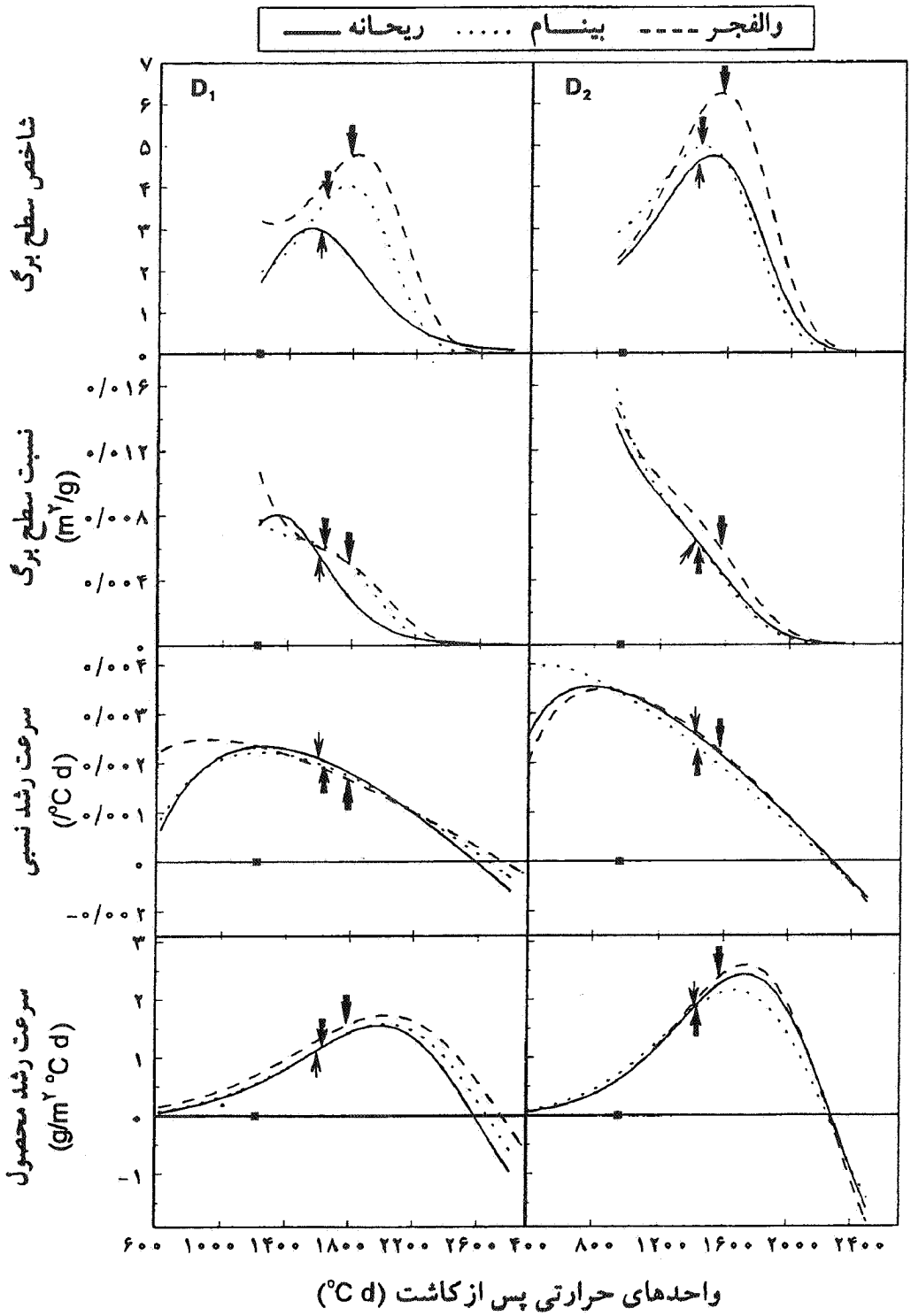
تاریخ کاشت دوم بیشتر از تاریخ کاشت اول بود، به طوری که LAI کلیهٔ ارقام در تاریخ کاشت دوم بالاتر از تاریخ کاشت اول گردید. این حالت ممکن است مربوط به اثر سرمازدگی و خسارات گیاهان در تاریخ کاشت اول و یا جوان تر بودن گیاهان تاریخ کاشت دوم و در نتیجه واکنش بهتر آنها نسبت به عواملی نظیر افزایش تشعشع در بهار و یا کود سرک بوده باشد.

نسبت سطح برگ هر رقم در تاریخ کاشت دوم نسبت به تاریخ کاشت اول، به خصوص تا اواسط بهار، بالاتر بود (شکل ۵). این حالت تا حدی مربوط به وجود برگهای آسیب دیده و غیر فعال در تاریخ کاشت اول می‌باشد، که وزن آنها در مادهٔ خشک کل منظور بوده و مخرج کسر LAR را بزرگ کرده است. به همین دلیل سرعت رشدنسبی نیز در تاریخ کاشت ۳۰ مهر بیشتر از ۱۴ مهر بود (شکل ۵) و وجود نسبت برگهای سبز بیشتر موجب سرعت رشد بیشتر به ازای مادهٔ خشک گیاهی موجود گردید. در زمستان نسبتاً ملایم سال ۱۳۷۳ پس از برطرف شدن سرمای اولیه رشد گیاهی به کندی ادامه پیدا کرد و سرعت رشد نسبی از پاییز تا بهار افزایش نشان داد. این حالت مشابه نتایج ویتمن و همکاران (۲۳) می‌باشد که حداکثر سرعت رشد نسبی جو را در مرحلهٔ پنجه زنی سریع یا ساقه رفتن مشاهده نمودند.

سرعت رشد محصول نیز در تاریخ کاشت دوم بالاتر از تاریخ کاشت اول بود (شکل ۵). به طور کلی آهنگ تغییرات CGR و LAI، به ویژه تا حدود زمان گلدهی کاملاً مشابه بود. پس از شروع سیر نزولی شاخص سطح برگ، سیر افزایشی سرعت رشد محصول تا مدتی دیگر همچنان وجود داشت (شکل ۵). این حالت تا حدی بیانگر افزایش سطوح سبز غیر برگ (میانگرهها، غلاف برگها و سنبله‌ها) و سهم آنها در فتوسنتز گیاهی می‌باشد (۱۰).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

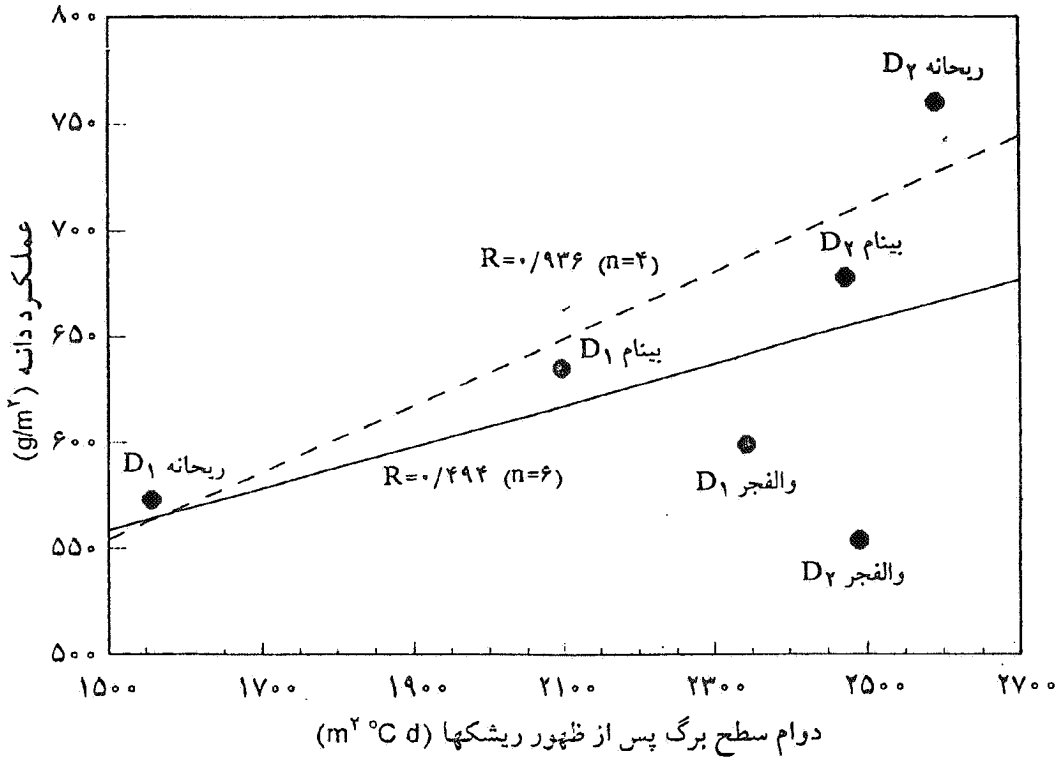
[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]



شکل ۵- منحنیهای شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول در تاریخ کاشتهای اول و دوم.
علائم در شرح شکل ۴ توضیح داده شده است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

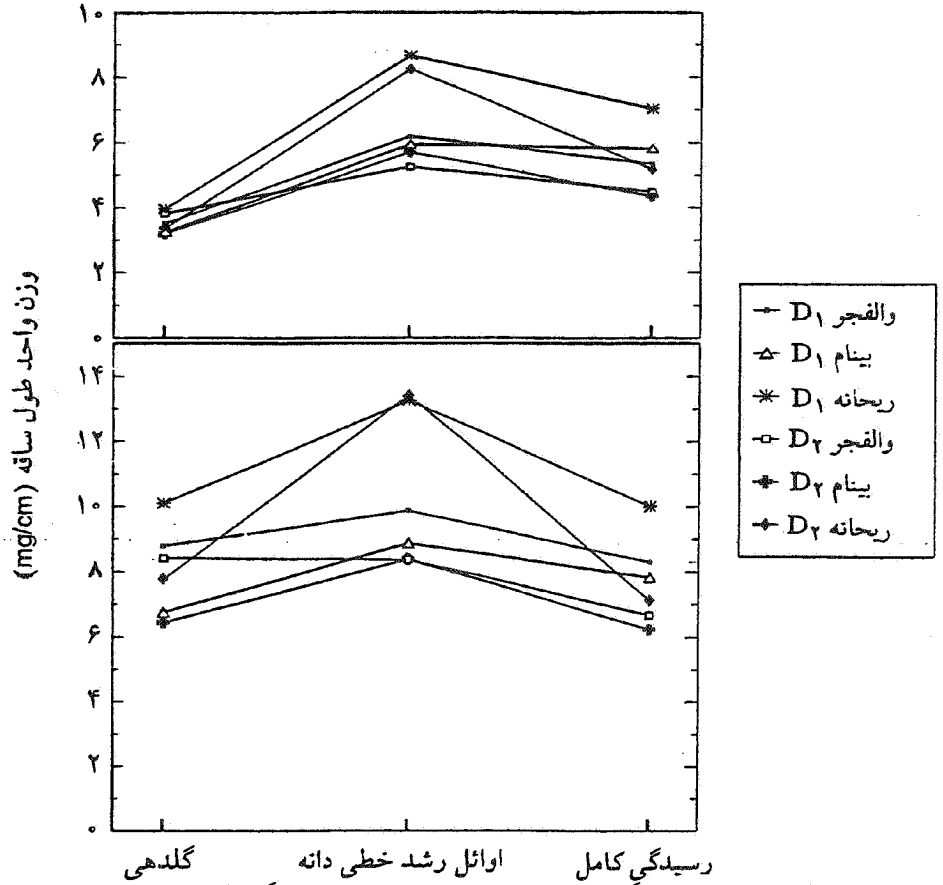


شکل ۶- رابطهٔ عملکرد دانهٔ تیمارها با دوام سطح برگ، از مرحلهٔ ظهور ریشکها تا انتهای فصل در تاریخ کاشتهای اول و دوم. خط پیوسته رگرسیون بین هر شش تیمار و خط بریده رگرسیون با حذف تیمارهای مربوط به رقم والفجر را نشان می‌دهد.

در تاریخ کاشت دوم، همانند نتایج لباسچی و همکاران (۲)، ترتیب ارقام از نظر فاصلهٔ زمان گلدهی تا وقوع حداکثر CGR با ترتیب عملکرد دانه مشابه بود (شکل ۱ و ۵). اما در تاریخ کاشت اول و همچنین در مقایسهٔ دو تاریخ کاشت برای هر رقم، این رابطه عموماً صادق نبود. هیچیک از شاخصهای TDM، LAI، LAR، RGR و CGR در زمان گلدهی یا حداکثر LAI، RGR و CGR و نیز دوام سطح برگ از مراحل مختلف تا انتهای فصل، با عملکرد دانه همبستگی معنی داری نشان ندادند (نتایج همبستگی ذکر نشده است). این امر از یک سو به تعداد محدود تیمارها و از سوی دیگر به تفاوتهای بارز بین تیمارها، از نظر نحوهٔ تخصیص مواد پرورده به مقصدهای اقتصادی مربوط می‌باشد. به عنوان مثال دوام سطح برگ پس از ظهور اولین ریشکها، با عملکرد مادهٔ خشک کل همبستگی بالایی داشت ($R = ۰/۹۶$)، ولی با عملکرد دانه همبستگی معنی داری نشان نداد ($R = ۰/۴۹$). در شکل ۶ ملاحظه می‌شود که رقم والفجر، به ویژه در تاریخ کاشت دوم، موجب تضعیف این رابطه شده است، که عملکرد دانهٔ آن نسبت به دوام سطح برگ، به دلیل شاخص برداشت پایین، پایین تر از دو رقم دیگر بوده است. در مطالعهٔ استاپر و فیشر (۱۸) میزان رشد پس از گلدهی با عملکرد دانه تقریباً برابر بود. در آزمایش ما نیز رشد پس از گلدهی با عملکرد دانه همبستگی مثبت نشان داد ($R = ۰/۷۹$، معنی دار در ۷٪ = α). در این مورد نیز عملکرد رقم والفجر در تاریخ کاشت دوم، در مقایسه با سایر تیمارها واکنش کمتری نسبت به رشد پس از گلدهی نشان داد. با حذف این تیمار همبستگی بین عملکرد دانه و رشد پس از گلدهی کاملاً معنی دار شد ($R = ۰/۹۶$). این تیمار در اواخر فصل با بالاترین مادهٔ خشک در زمان گلدهی (شکل ۴)، بیشترین خوابیدگی را نشان داد (۱۸) و ارتفاع بیشتر این رقم ممکن است نشانهٔ رقابت بیشتر بین رشد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]



شکل ۷- وزن واحد طول ساقه در مراحل گلدهی، اوائل رشد خطی دانه‌ها و رسیدگی کامل در تاریخ کاشتهای اول و دوم.
بالا: بخش قاعده‌ای میانگره انتهایی، پایین: بخش میانی میانگره ماقبل آخر

ساختمانی و رشد دانه در دورهٔ پس از گلدهی باشد، زیرا ژنوتیپ پا بلندتر ممکن است پس از گلدهی رشد طولی بیشتری انجام دهد (۷). از طرف دیگر گلدهی دیرتر و در نتیجه در دماهای بالاتر، ممکن است این رقابت را در تاریخ کاشت دوم تشدید کرده باشد (۳). در دو تاریخ کاشت اول «نسبت رشد پس از گلدهی به حداکثر مادهٔ خشک کل پیش بینی شده» با شاخص برداشت همبستگی بالایی نشان داد (R = ۰/۹۴). شایان ذکر است که به علت تفاوت سطح (و نیز تفاوت زمان) برداشت نهایی با نمونه های رشد، عملکرد مادهٔ خشک کل با حداکثر مادهٔ خشک کل پیش بینی شدهٔ تیمارها متفاوت بود.

تغییرات وزن ساقه‌ها پس از تکمیل رشد طولی، نشان دهندهٔ ذخیره سازی و یا مصرف ذخیره‌های موجود در آنها می‌باشد. البته نمی توان هر کاهشی در وزن ساقه را به انتقال مجدد مواد نسبت داد، بلکه تنفس و فعالیتهای میکروارگانیسم ها، به خصوص در شرایط تنش مثل خوابیدگی نیز در این امر دخیل هستند. میزان تغییرات وزن واحد طول ساقه پس از گلدهی، در قسمتهای مختلف متفاوت بود. بخش فوقانی میانگره انتهایی پس از گلدهی تغییر وزن ناچیزی نشان داد. وزن واحد طول ساقه در بخش قاعده‌ای میانگره انتهایی، از زمان گلدهی تا مرحلهٔ رشد خطی دانه، افزایش شدیدی داشت (شکل ۷)، لکن رشد طولی این قسمت ساقه در مرحلهٔ گلدهی به اتمام نرسیده بود. لذا قسمتی از افزایش وزن آن به رشد ساختمانی مربوط بود. به هر حال این بخش از ساقه کاهش وزن چشمگیری نیز نشان داد. بیشترین تغییرات وزن ناشی از ذخیره سازی و انتقال

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

جدول ۸- ضرائب همبستگی «وزن دانه» با تغییرات وزن واحد طول ساقه طی مراحل مختلف، درتاریخهای کاشت اول و دوم (n = ۲۴)

نوع تغییرات وزن	مرحله	میانگره انتهایی		میانگره ماقبل آخر
		بخش فوقانی	بخش قاعده‌ای[1]	بخش میانی
افزایش	گلدهی تا اوائل رشد خطی دانه	-۰/۰۶۳	-	۰/۶۲۱**
کاهش	اوائل رشد خطی دانه تا رسیدگی	۰/۳۷۶	۰/۶۷۱**	۰/۷۱۵**

** - معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

۱- به دلیل وجود رشد ساختمانی پس از گلدهی در این بخش، همبستگی افزایش وزن آن از زمان گلدهی، با وزن دانه تعیین نگردید.

مجدد مواد پرورده، در بخش میانی میانگره ماقبل آخر مشاهده شد (شکل ۷). منابع دیگری نیز اهمیت بیشتر میانگره ماقبل آخر نسبت به میانگره انتهایی را در امر ذخیره سازی و استفاده از ذخیره‌ها خاطر نشان کرده‌اند (۶ و ۷). اغلب تغییرات وزن ناشی از «ذخیره سازی پس از گلدهی» یا «انتقال مجدد ذخیره‌ها» با وزن دانه همبستگی معنی داری نشان دادند (جدول ۸). در هر دو بخش میانگره انتهایی و میانگره زیرین آن، رقم ریحانه بیشترین تغییرات وزن ناشی از ذخیره سازی و انتقال ذخیره‌ها را نشان داد و رقم والفجر از نظر ذخیره سازی در پایین ترین حد قرار داشت (شکل ۷).

در شکل ۴ ملاحظه شد اندامهای رویشی رقم پابلند والفجر بخش بزرگی از مادهٔ خشک آن را تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر، گلدهی دیرتر آن باعث کاهش سهم بخش زایشی زندگی گیاه و نیز موجب قرارگرفتن زمان رشد دانه‌ها در دماهای بالاتر اواخر فصل شد. رقم بینام نیز با تولید تعداد زیاد دانه در واحد سطح (تراکم سنبله × تعداد دانه در سنبله، جدول ۴) مخزن اقتصادی زیادی تولید نمود. در حالی که در هر دو رقم، خوابیدگی شدید در رشد دانه‌ها اختلال به وجود آورد، که منجر به تولید دانه های سبک شد. اما در رقم ریحانه شاخص برداشت بالا، مزایای گلدهی زودتر، قدرت بالای ذخیره سازی و انتقال مواد پرورده و مقاومت بالا به خوابیدگی منجر به تولید دانه‌های درشت تر شد و عملکرد آن با تعداد دانه در واحد سطح همبستگی بالایی نشان داد. با توجه به این که تعداد دانه در واحد سطح معرف ظرفیت مخزن در غلات معتدله شناخته می‌شود، همبستگی آن با عملکرد دانه به محدودیت مخزن تفسیر می‌شود (۴). از این رو به نظر می‌رسد ارقام والفجر و بینام در تاریخ کاشتهای نسبتاً مساعد این آزمایش، با اختلال در انتقال و یا محدودیت منبع روبرو بوده‌اند، در حالی که در مورد رقم ریحانه احتمال محدودیت مخزن مطرح است.

در خاتمه شایان ذکر است که برای اعتبار و کاربرد هر چه بیشتر نتایج حاصله، به ویژه در زمینهٔ تعیین تاریخ کاشت مناسب، اثر فاصلهٔ کاشت تا یخبندان و پایداری عملکرد در تغییر تاریخ کاشت، لازم است این تحقیق در سالهای دیگر و با ارقام بیشتر تکرار شود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از همکاریهای بخش غلات مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، به ویژه آقای مهندس محمد ذوالقدر که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را مبذول داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

منابع مورد استفاده

۱- گومز، ک.ا. و ا. ا. گومز. ۱۳۶۹. طرحهای آماری برای تحقیقات کشاورزی. ترجمهٔ ع. فرشادفر، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۸۲۴ صفحه.

۲- لباسچی، م.ح.، ع. رضایی و م. کریمی. ۱۳۷۳. بررسی شاخصهای فیزیولوژیکی رشد مؤثر برعملکرد یولاف و جو. پژوهش و سازندگی، شمارهٔ ۲۴ (پاییز): ص ۴۶ تا ۵۱.

۳- نقدی بادی، ح. ۱۳۷۳. تأثیر پارامترهای اقلیمی بر افزایش مادهٔ خشک، عملکرد دانه و رشد طولی ساقه در گندم آبی (رقم قدس). پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۱۳۵ صفحه.

۴- هی، ر. ک. م. و ا. ج. واکر. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمهٔ ی. امام و م. نیک نژاد. دانشگاه شیراز، ۵۷۱ صفحه.

5- Blue, E. N., S. C. Mason and D. H. Sander. 1990. Influence of planting date, seeding rate and phosphorus rate on wheat yield. Agron. J. 82:762-768.

6- Bonett, G. D. and L. D. Incoll. 1992. Potential pre-anthesis and post-anthesis contributions of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. Annals of Botany, 69:219-225.

7. Borrell, A. K., L. D. Incoll and M. J. Dalling. 1993. The influence of Rht_1 and Rht_2 alleles on the deposition and use of stem reserves in wheat. Annals of Botany, 71:317-326.

8- Campbell, C. A., F. Selles, R. P. Zentner, J. G. Mcleod and F. B. Dyck. 1991. Effects of seeding date, rate and depth on winter wheat grown on conventional fallow in S.W. Saskatchewan. Canad. J. Plant Sci. 71:51-61.

9- Cao, W. and D. N. Moss. 1989. Temperature effect on leaf emergence and phyllocron in wheat and barley. Crop Sci. 29:1018-1021.

10- Gent, M. P. N. and R. K. Kiyomoto. 1992. Canopy photosynthesis and respiration in winter wheat adapted and unadapted to Connecticut. Crop Sci. 32:425-431.

11- George, D. W. 1982. The growing point of fall-sown wheat: a useful measure of physiologic development. Crop Sci. 22:235-239.

12- Kiniry, J. R. 1993. Nonstructural carbohydrate utilization by wheat shaded during grain growth. Agron. J. 85: 844-849.

13- Knapp. W. R. and J. S. Knapp. 1980. Interaction of planting date and fall fertilization on winter barley performance. Agron. J. 72:440-445.

14- Nelson. J. E., K. D. Kephart, A. Bauer and J. F. Connor. 1988. Growth Staging of Wheat, Barley, and Wild Oat, Univ. of Idaho. 26p.

15- Pheloung, P. C. and K. H. M. Siddique. 1991. Contribution of stem reserves to grain yield in wheat cultivars. Aus. J. Plant Physiol. 18:53-64.

16- Spiertz, J. H. J. and J. Vos. 1985. Grain Growth of Wheat and its Limitation by Carbohydrate and Nitrogen Supply. pp. 129-141. in: W. Day and R. K. Atkin. (ed.) Wheat Growth and Modelling. Plenum Press.

17- Stapper. M. and R. A. Fischer. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. I. Phasic development. canopy growth and spike production. Aust. J. Agric. Res. 41:997-1019.

18- Stapper. M. and R. A. Fischer. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. II. Growth, yield and nitrogen use. Aus. J. Agric. Res.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]

41:1021-1041.

19- Stapper, M. and R. A. Fischer. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. III. Potential yields and optimum flowering dates. Aust. J. Agric. Res. 41:1043-1056.

20- Triboi. E. and L. Leblevence. 1995. Temperature effect on grain growth and protein content fraction accumulation in winter wheat. J. Exp. Botany, 46: (supplement p.8).

21- Van Sanford, D. A. 1985. Variation in kernel growth characters among soft red winter wheats. Crop Sci. 25:626-630.

22- Vos, J. 1985. Aspects of Modelling Post-Floral Growth of Wheat and Calculation of the Effects of Temperature and Radiation. pp. 143-148. in W. Day and R. K. Atkin. (ed.) Wheat Growth and Modelling. Plenum Press.

23- Whitman. C. E., J. H. Hatfield and R. J. Reginato. 1985. Effect of slope position on the microclimate, growth and yield of barley. Agron. J. 77:663-669.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.2.4.5]