

## بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با رشد رقم‌های مختلف جو تحت تأثیر تاریخ کاشت

نجمه کمالی<sup>۱</sup>، محمدرضا خواجه‌پور<sup>۲\*</sup> و علی سلیمانی<sup>۳</sup>

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۳۱)

### چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های رشدی رقم‌های جو، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان، به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تاریخ کاشت در سه سطح (۱ آبان، ۱۵ آبان و ۳ آذر) در کرت‌های اصلی و رقم‌ها در سه سطح (نصرت، شماره ۴ شوری و فجر ۳۰) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای تعیین روند رشد، نمونه برداری‌ها هر دو هفته یکبار انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که با تأخیر در تاریخ کاشت، از بیشینه ماده خشک کل و شاخص سطح برگ کاسته شد. تاریخ کاشت دوم بیشترین سرعت رشد محصول و سرعت اسیمیلسیون خالص را داشت. رقم نصرت بیشترین وزن خشک کل، بیشترین شاخص سطح برگ و میزان سرعت رشد محصول بالاتری نسبت به دیگر رقم‌ها داشت. افت شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و سرعت رشد محصول در انتهای دوره رشد در تاریخ‌های کاشت اول و ۱۵ آبان در رقم فجر ۳۰ کمتر از دیگر رقم‌ها بود. رقم‌های نصرت و فجر ۳۰ بیشترین میزان سرعت اسیمیلسیون خالص را داشتند. بیشترین خوابیدگی ساقه در تاریخ کاشت اول آبان و رقم نصرت مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم فجر ۳۰ به دست آمد. در شرایط همسان با این آزمایش، استفاده از تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم فجر ۳۰ برای کاشت جو به منظور تولید دانه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: سرعت رشد محصول، سرعت اسیمیلسیون خالص، شاخص سطح برگ، عملکرد، ماده خشک کل.

## Studying some physiological factors influencing the growth of Barley cultivars affected by planting date

Najmeh Kamali<sup>1</sup>, Mohammadreza Khajepour<sup>2\*</sup> and Ali Soleymani<sup>3</sup>

1, 2. Former M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Isfahan Branch, Iran  
(Received: Dec. 15, 2015 - Accepted: Apr. 19, 2016)

### ABSTRACT

In order to study the effects of planting date on growth characteristics of barley cultivars, a field experiment was carried out at the Agricultural Research Station of Islamic Azad University- Isfahan branch (2011-2012) as a split plot experiment in randomized complete blocks design with three replications. Various planting dates (October 23rd, November 6th, and November 24th) were main plots whereas three cultivars (Nosrat, No. 4, Shooriand Fajr 30) were subplots. To evaluate the growth process, samplings were done every two weeks. According to results, total dry matter and leaf area index were decreased by late planting. Second planting date had the highest crop growth rate and net assimilation rate. Maximums of total dry weight, leaf area index and crop growth rate were belonging to Nosrat cultivar. Fajr 30 had less final decrease in leaf area index, total dry matter and crop growth rate than other cultivars for the first and second planting dates. Nosrat and Fajr 30 cultivars had the highest net assimilation rate. The highest amount of stem lodging was observed in first sowing date and Nosrat cultivar. The highest grain yield was obtained from second planting date and Fajr30 cultivar. On the whole, planting Fajr30 cultivar at November 6<sup>th</sup> can be recommended for seed production in regions similar to this study.

**Keywords:** Crop growth rate, net assimilation rate, leaf area index, yield, total dry matter.

### مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) به عنوان دانه و علوفه دام استفاده می‌شود و یکی از مهم‌ترین غلات کشت‌شده در جهان به شمار می‌رود. عملکرد جو ناشی واکنش رقم‌های مختلف آن به شرایط محیطی و عملیات زراعی مانند تاریخ کشت، رقم‌ها، تراکم گیاهی، انواع خاک، کود و غیره است (Karimi, 1990; Soleymani *et al.*, 2011). تاریخ کاشت و رقم عامل‌های مهم زراعی هستند که می‌توانند افزون بر فرار دادن گیاه از شرایط نامساعد محیطی در برخورداری گیاهان از منابع طبیعی، میزان انرژی نورانی جذب‌شده و تجمع ماده خشک در راستای بهبود عملکرد مؤثر واقع شوند (Fayed *et al.*, 2015; Khajehpour, 1998; Luangaria & Shekh, 2006). تجزیه‌های رشدی به منظور بررسی واکنش رقم‌های محصولات مختلف زراعی به شرایط محیطی و برای یافتن عامل‌های مؤثر بر بهبود عملکرد اقتصادی، بررسی شده‌اند (Xie *et al.*, 2015). به منظور انجام تجزیه و تحلیل رشد تنها اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فاصله‌های مکرر لازم است؛ کمیت‌های دیگر مانند سرعت رشد محصول و سرعت اسیمیلاسیون خالص توسط محاسبه به دست می‌آیند. در گیاه جو با تیپ رشدی محدود گلدهی موجب پایان رشد رویشی و افزایش سطح برگ می‌شود؛ به همین جهت اهداف زراعی مانند تاریخ کاشت باید در جهتی باشند که زمان رسیدن گیاه به شاخص سطح برگ بحرانی با هنگامی که بیشینه انرژی خورشیدی وجود دارد، برابر باشد، تا بتوانند نورساخت (فتوسنتز) را از راه دریافت تشعشع خورشیدی بیشتر به بیشینه میزان خود برسانند (Sarmadnya & Kouchaki, 2007).

ترکیب ژنتیکی گیاه نیز تعیین‌کننده ویژگی‌های رشدی، میزان سازگاری گیاه با محیط و توان تولیدی آن است. انتخاب گیاهان ویژه که توانایی بالایی در بهره‌گیری از منابع طبیعی مانند تشعشع خورشیدی دارند، می‌تواند پایداری سامانه‌های تولید را تا حد زیادی تضمین کند (Purcell *et al.*, 2002; Yunli *et al.*, 2012). تحقیقات نشان داده است که واکنش رقم‌های گندم و جو به تأخیر در تاریخ کاشت، باعث

کوتاه شدن همه مراحل نمو شده و در نهایت منجر به کاهش تجمع ماده خشک می‌شود (Ferrise *et al.*, 2010). میزان سرعت رشد گیاه و همچنین سرعت اسیمیلاسیون خالص (مدت کوتاهی پس از سبز شدن) تا مدتی به دلیل افزایش شمار و سطح برگ‌ها و نیز افزایش وزن ساقه‌ها (در مورد سرعت رشد گیاه) افزایش می‌یابد و سپس به دلیل ایجاد سایه روی برگ‌های پایینی و افزایش سن برگ‌ها کم می‌شود. شدت ریزش برگ‌ها و در نتیجه کاهش وزن در ژنوتیپ‌های مختلف جو متفاوت است (Miranzadeh *et al.*, 2011; Gallagher & Biscoe, 1978; Sharifi *et al.*, 2011). بنابر بیان محققان، رقم‌های دارای بیشترین و کمترین میزان شاخص سطح برگ و سرعت اسیمیلاسیون خالص، به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول و عملکرد را نیز دارند که این موضوع نشان می‌دهد، بین ژنوتیپ و محیط رابطه متقابلی وجود دارد (Dehghanzadeh *et al.*, 2007).

با توجه به اهمیت گیاه جو و با در نظر گرفتن این موضوع که در منطقه اصفهان جو پاییزه پس از برداشت محصولات تابستانه کشت می‌شود، امکان دیر یا زود شدن کشت پاییزه وجود دارد؛ لذا هدف کلی این آزمایش شامل تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت برای بهبود شاخص‌های رشد مانند سرعت رشد محصول و سرعت اسیمیلاسیون خالص به منظور دستیابی به عملکرد بالاتر و همچنین تعیین رقم دارای ویژگی‌های رشد و نموی و عملکرد برتر، بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان، واقع در روستای خاتون‌آباد و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۵۵۵ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه اقلیم با زمستانی نیمه سرد و خشک و تابستان خشک و گرم دارد. بافت خاک رس‌سیلتی بود. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه

خشکه‌کاری، با تراکم ۴۰۰ بذر زنده در مترمربع بر پایه ارزش مصرف بذر صورت پذیرفت. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت با فاصله خطوط ۱۵ سانتی‌متر و به طول ۱۲ متر بود و بین کرت‌های اصلی ۱٫۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. آبیاری‌های پاییزه تا زمان دو برگ شدن بر پایه وضعیت رطوبتی لایه سطحی خاک و پس از آن بر پایه ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر استاندارد هواشناسی انجام شد. میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در مرحله انتقال از رویشی به زایشی داده شد.

تکرار اجرا شد. سه تاریخ کاشت (اول و پانزدهم آبان و سوم آذرماه) در کرت‌های اصلی و سه رقم جو (نصرت، شماره چهار شوری و فجر ۳۰) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای تهیه زمین از زیرشکن و روتیواتور استفاده شد. بر پایه آزمایش کودی خاک (با در نظر گرفتن میزان نرمال ۱۵ پی‌پی‌ام نیتروژن خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب) میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره (۴۶ درصد نیتروژن) پیش از کاشت به زمین داده شده و سپس دیسک زده شد (جدول ۱). کاشت به روش

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physicochemical analysis of soil in the experimental field

Depth cm	E.C. (ds/m)	Acidity	OC %	N %	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Sand %	Silt %	Clay %
0-30	2.89	7.9	1.67	0.09	48.3	349	15	42	43

عملکرد دانه نیز پس از خرمن‌کوبی سنبله‌های ناشی از برداشت ۱ مترمربع در مرحله رسیدگی کامل و توزین دانه‌ها محاسبه شد. عملکرد نهایی دانه بر پایه کیلوگرم در هکتار و رطوبت ۱۴ درصد اصلاح شد. برای تعیین درصد خوابیدگی در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی، میزان بوته‌های خوابیده از زاویه ساقه باحالت عمودی ۴۵ درجه یا بیشتر برای هر کرت برآورد شد. سپس ضریب خوابیدگی محاسبه شد که برحسب دو معیار شدت خوابیدگی (جدول ۲) و درصد بوته‌هایی از مزرعه که در یک شدت خوابیدگی معین قرار می‌گیرند و با طیف ۰ تا ۱۰۰ محاسبه می‌شود (رابطه ۵). وجود عدد ۴ در مخرج به دلیل آن است که معیار شدت خوابیدگی از صفر تا چهار تغییر می‌کند (Khajehpour, 2014).

(۵) ضریب خوابیدگی =

$$\frac{\text{درصد خوابیدگی مربوطه} \times \text{شدت خوابیدگی}}{۴}$$

همه اطلاعات و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شد. میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت و دو خط کاشت کناری هر کرت فرعی به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد. نمونه‌گیری روی دو خط کاشت میانی انجام گرفت. برای بررسی روند رشد از سطح ۰/۱ مترمربع نمونه برداشت شد. نخستین نمونه‌برداری از مرحله سه برگگی آغاز و با فاصله‌های ۱۰ تا ۱۴ روز ادامه یافت. در آزمایشگاه سطح برگ با استفاده از اسکنر و برنامه نرم‌افزاری Image 4.0.2 اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها و بخش‌های گیاه در آون تهویه‌دار و دمای ۷۵ درجه سلسیوس و به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای تعیین تغییرات شاخص‌های رشد از رابطه‌های رگرسیونی ارائه‌شده بنابر رابطه‌های شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد (Soleymani *et al.*, 2011). در رابطه‌های زیر  $w$  ماده خشک کل برحسب گرم،  $t$  زمان برحسب شمار روز، LAI شاخص سطح برگ، NAR سرعت آسیمیلسیون خالص، CGR سرعت رشد محصول و  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$  ضرایب رگرسیون هستند.

$$LAI = e^{a_1 + b_1 t + c_1 t^2} \quad (۱)$$

$$W = e^{a_2 + b_2 t + c_2 t^2} \quad (۲)$$

$$NAR = (b_2 + 2c_2 t) e^{(a_2 - a_1) + (b_2 - b_1) + (c_2 - c_1) t^2} \quad (۳)$$

$$CGR = (b_2 + 2c_2 t) e^{a_2 + b_2 t + c_2 t^2} \quad (۴)$$

جدول ۲. معیار شدت خوابیدگی در غلات ریزدانه

Table 2. Criterion of lodging intensity in fine-grained cereals

Definition	Title	Degree
Stems fully vertical to ground	Standing	0
stems with angle of 5 to 45 degrees perpendicularly	Lying	1
stems with angle of 45 to 85 degrees perpendicularly	lodging	2
stems with angle of 85 to 90 degrees perpendicularly	Fallen	3
Steps are broken on the ground.	Broken	4

## نتایج و بحث

### سطح برگ گیاه

میزان سطح برگ کاسته شد (جدول ۴). علت کمتر بودن سطح برگ در مرحله رسیدگی نسبت به گرده افشانی را می‌توان به خشک شدن و ریزش برگ‌های پایین گیاه به علت کمبود نور و رقابت اندام‌های جوان برای آب و مواد غذایی مرتبط دانست. اثر رقم نیز بر سطح برگ در مراحل گرده افشانی و رسیدگی معنی‌دار شد. بیشترین سطح برگ در دو مرحله گرده افشانی و رسیدگی توسط رقم شماره ۴ شوری و کمترین آن مربوط به رقم فجر ۳۰ بود (جدول ۴). واکنش رقم‌های مختلف یک گیاه به دماهای پایین یا بالا یکسان نیست (Luangaria & Shekh, 2006). تفاوت رقم‌ها از نظر میزان رشد رویشی را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی و ظرفیت آن‌ها در استفاده از منابع محیطی دانست. محققان دیگر بیان کردند که رقم نصرت بیشترین سطح برگ در مرحله رسیدگی را داشت (Soleymani et al., 2011).

تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ در دو مرحله گرده افشانی و رسیدگی داشت. در مرحله گرده افشانی هم‌زمان با تأخیر در کاشت از ۱ آبان به ۳ آذر از میزان سطح برگ کاسته شد (جدول ۴). با توجه به اینکه در طول روز مناسب (منطقه اشباع طول روز) و نیز در گیاهان غیر حساس به طول روز، دما نقش اصلی را در تعیین زمان گلدهی دارد (Wang et al., 2015)، همچنین با توجه به اینکه انتظار می‌رود در صورت وجود نیاز به بهاره شدن، هر سه رقم طی ماه‌های سرد در شرایط کاشت شده به کلی بهاره شده باشند، بنابراین گیاهان در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام به دمای بالاتری روبه‌رو می‌شوند و به سرعت وارد فاز زایشی می‌شوند و فرصت کمی برای رشد رویشی دارند. در مرحله رسیدگی نیز با تأخیر در کاشت از

جدول ۳. تجزیه واریانس سطح برگ (مترمربع بر مترمربع زمین) در مراحل گرده افشانی و رسیدگی، بیشینه وزن خشک کل (گرم بر مترمربع)، بیشینه شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول لحظه‌ای (گرم بر مترمربع در روز)، سرعت اسیمیلاسیون خالص لحظه‌ای (گرم بر مترمربع برگ در روز) رقم‌های مختلف جو تحت تأثیر تاریخ کاشت

Table 3. Anova of leaf area (sq m of land) in the pollination and maturity, total dry weight (g. m<sup>-2</sup>), maximum leaf area index, Instantaneous crop growth rate (g.m<sup>-2</sup>.day<sup>-1</sup>), Instantaneous net assimilation rate (g.m<sup>-2</sup>.day<sup>-1</sup> leaves)

S.O.V.	df	Mean Square						
		Leaf area		Maximum total dry weight	Maximum leaf area index	Instantaneous crop growth rate	Instantaneous assimilation rate	Grain yield
		Pollination	Maturity					
Replication	2	0.017*	0.0004 <sup>ns</sup>	0.00841 <sup>ns</sup>	0.00321 <sup>ns</sup>	0.00222 <sup>ns</sup>	0.00111 <sup>ns</sup>	100.15 <sup>ns</sup>
Planting date	2	2.185**	0.0227**	65234.65242**	0.19264**	96.51963**	29.01911**	895508.48**
Error A	4	0.002	0.0004	0.00001	0.00001	0.0004	0.0017	88.25
Cultivar	2	0.439**	0.561**	11027.42123**	0.21848**	3.51623**	1.68975**	1809256.26**
Planting date.Cultivar	4	0.096**	0.0062**	1308.17642**	0.13983**	0.51763**	1.48019**	143225.04**
Error B	12	0.003	0.0002	0.00591	0.00002	0.0013	0.0088	155.01
C.V. (%)		0.491	0.4381	0.4300	0.3170	0.353	0.454	1.34

\*, \*\*, و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار هستند.

\*, \*\*, and ns, are respectively significant at the 5 and 1 percent and non-significant.

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های سطح برگ (مترمربع بر مترمربع زمین) در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی، بیشینه وزن خشک کل (گرم بر مترمربع)، بیشینه شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول لحظه‌ای (گرم بر مترمربع در روز)، سرعت اسیمیلاسیون خالص لحظه‌ای (گرم بر مترمربع برگ در روز) رقم‌های مختلف جو تحت تأثیر تاریخ کاشت

Table 4. Average leaf area (sq m of land) in the pollination and maturity, total dry weight ( $\text{g.m}^{-2}$ ), maximum leaf area index, Instantaneous crop growth rate ( $\text{g.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ ), Instantaneous net assimilation rate ( $\text{g.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$  leaves) barley cultivars affected by planting date

Experimental treatments	Leaf area		Maximum total dry weight	Maximum leaf area index	Instantaneous crop growth rate	Instantaneous assimilation rate	Grain yield
	Pollination	Maturity					
Planting date							
23 October	2.95a	0.61a	822a	2.09a	6.41c	3.84c	4154b
6 November	2.44b	0.53b	701b	1.99a	12.93a	7.35a	4482a
24 November	1.96c	0.37c	614c	1.75b	9.11b	4.94b	2853c
Cultivar							
Nosrat	2.53b	0.45b	757a	2.12a	10.15a	5.624a	3337c
Shuri NO. 4	2.62a	0.56a	736b	1.94b	9.38b	4.87b	3903b
Fajr 30	2.19c	0.34c	375c	1.74c	8.92c	5.623a	4228a

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که دست‌کم در یک حرف مشترک هستند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Average of each factor in each column at least one letter in common, according to Duncan's multiple range test at the 5% level differences are not significant.

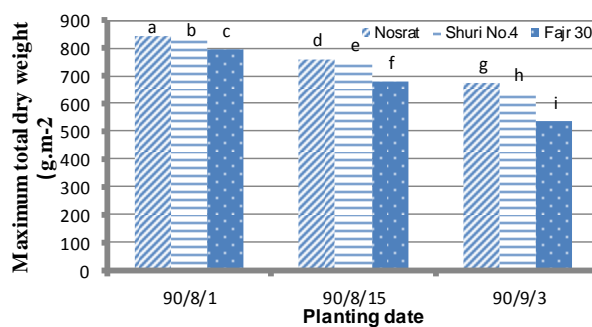
### شاخص‌های رشد

#### ماده خشک کل

نتایج نشان داد که با تأخیر در تاریخ کشت، بیشینه وزن خشک کل کاهش یافت (جدول ۴). وجود فرصت بیشتر برای رشد رویشی تا پیش از مرحله گلدھی و گرده‌افشانی و شرایط مطلوب آب و هوایی برای تاریخ کاشت اول موجب افزایش وزن خشک کل آن شد ولی با تأخیر در کاشت گیاه با دمای بالاتر روبرو و به‌سرعت وارد فاز زایشی شد. تحقیق دیگری نیز بیشترین تجمع ماده خشک کل را در تاریخ کاشت ۲۵ مهر و کمترین آن را در ۱۵ آبان گزارش کرد (Zarei, 1998). رقم نصرت بیشینه وزن خشک کل بیشتری نسبت به دیگر رقم‌ها داشت و کمترین آن نیز مربوط به فجر ۳۰ بود (جدول ۴). این رقم‌ها به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ را نیز داشتند. افزایش سطح برگ موجب افزایش ظرفیت نورساختی و تجمع ماده خشک گیاه می‌شود. در کل بین همه رقم‌های کاشت‌شده در تاریخ‌های مختلف کاشت، بیشترین میزان بیشینه وزن خشک کل در رقم نصرت و در تاریخ کاشت اول و کمترین میزان آن مربوط به رقم فجر ۳۰ در تاریخ کاشت سوم بود (شکل ۱). اختلاف رقم‌ها مربوط به پتانسیل ژنتیکی آن‌ها در بهره‌گیری از عامل‌های محیطی برای گسترش برگ‌ها هست. Dehghanzadeh *et al.* (2007) نیز گزارش کرد، رقم‌هایی که بیشترین ماده خشک کل را داشتند، بیشترین شاخص سطح برگ را نیز نشان دادند.

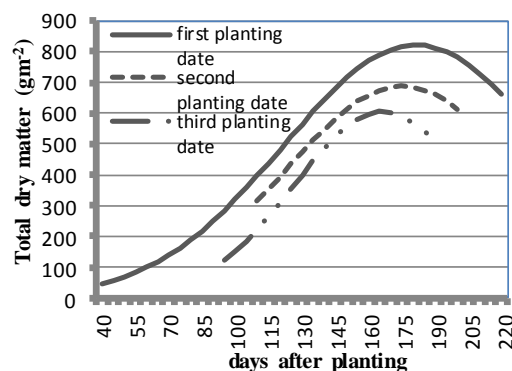
روند تغییرات تجمع ماده خشک کل در تاریخ‌های

کاشت نشان می‌دهد در آغاز رشد به دلیل کوچک بودن برگ‌ها کند بود، سپس با توسعه برگ‌ها ماده خشک کل آغاز به افزایش کرده و به‌ترتیب در ۱۷۵، ۱۸۰ و ۱۶۵ روز پس از کشت (اواسط رشد دانه) به بیشینه خود رسیده و سپس به علت افزایش تنفس و کاهش ساخت (سنتر) مواد نورساختی، ریزش برگ‌های تحتانی در آخر فصل رشد به دلیل انتقال مواد غذایی این برگ‌ها به سمت دانه‌ها و پیری، کاهش تجمع ماده خشک برای همه تاریخ‌های کاشت مشاهده شد (شکل ۲). هرچند شاخص سطح برگ حدود مرحله گرده‌افشانی به بیشترین میزان خود می‌رسد ولی بیشینه ماده خشک کل را در بلوغ داریم، که این موضوع نشان می‌دهد، نورساخت برگ پرچم و سنبله باعث تجمع ماده خشک پس از گرده‌افشانی می‌شود. روند تغییرات وزن خشک کل در رقم‌های مختلف نشان می‌دهد که افت وزن خشک کل پس از رسیدن آن به میزان بیشینه و در انتهای دوره رشد در رقم نصرت و همچنین به میزان کمتر در رقم شماره ۴ شوری در مقایسه با رقم فجر ۳۰ با سرعت بیشتری انجام شد. این روند در تاریخ کاشت اول به میزان زیاد مشاهده شد ولی در تاریخ کشت سوم مشاهده نشد (شکل ۳). این موضوع را می‌توان به رشد رویشی بیشتر در رقم‌های مستعد و ایجاد مشکل خوابیدگی در تاریخ کشت زودهنگام نسبت داد. دیگر محققان نیز روند همسانی در تجمع ماده خشک مشاهده کردند (Dehghanzadeh *et al.*, 2003; Ferrise *et al.*, 2010) Karimi, 1990; Russelie *et al.*, 1984; Sharifi *et al.*, 2011).



شکل ۱. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر بیشینه وزن خشک کل. ستون‌هایی که یک حرف مشترک دارند، بدون تفاوت معنی‌دار آماری بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Figure 1. The interaction between planting date and cultivar on total dry weight. Columns that have a common letter, no significant differences according to Duncan's multiple range test at 5 percent.



شکل ۲. روند تغییرات وزن خشک کل گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت

Figure 2. Trend of changes of total dry matter in different planting dates

نیز مربوط به پتانسیل ژنتیکی آن‌ها در بهره‌گیری از عامل‌های محیطی برای گسترش برگ‌ها است. محقق دیگری نیز بین رقم‌های بررسی خود بیشترین سطح برگ را در رقم ۱۶-۸۰-M گزارش کرد که با رقم نصرت تفاوت معنی‌داری نداشت (Dorchei, 2008). در کل بین همهٔ رقم‌های کاشت‌شده در تاریخ‌های مختلف کاشت، بیشترین میزان بیشینه شاخص سطح برگ در رقم نصرت و در تاریخ کاشت اول و کمترین میزان آن مربوط به رقم فجر ۳۰ در تاریخ کاشت سوم بود (شکل ۴).

شاخص سطح برگ در سه تاریخ کاشت به ترتیب در ۱۳۰، ۱۳۵ و ۱۴۵ روز پس از کشت به بیشینه رسید. روند افزایش شاخص سطح برگ و مادهٔ خشک کل در مرحلهٔ گرده‌افشانی همسان بود. بنابراین افزایش سطح سبز موجب افزایش سرعت نورساخت شده است. سرعت افزایش شاخص سطح برگ در

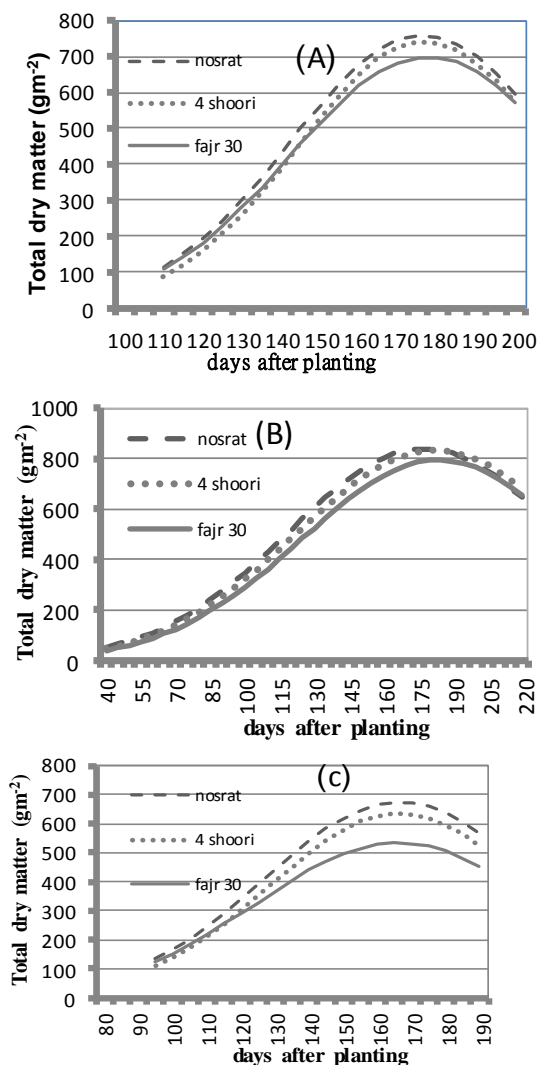
#### شاخص سطح برگ

نتایج گویای آن است که با تأخیر در تاریخ کاشت بیشینه شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تأثیر تاریخ کاشت بر بیشینه وزن خشک کل نیز تا حدودی با شاخص سطح برگ برابر بود (جدول ۴). علت این نتایج را نیز بنا بر آنچه بیان شد، می‌توان دمای مناسب برای رشد رویشی گیاهان در تاریخ‌های کاشت زودتر دانست. محقق دیگری نیز مشاهده کرد که با تأخیر در کاشت از ۲۰ مهر به ۳ آذر بیشینهٔ سطح برگ کاهش یافت (Dorchei, 2008). بیشترین بیشینهٔ شاخص سطح برگ به رقم نصرت و کمترین آن به رقم فجر ۳۰ اختصاص داشت (جدول ۴).

بر پایهٔ روند تغییرات در آغاز فصل رشد تفاوت چندانی بین رقم‌ها وجود ندارد ولی با گذشت زمان و نزدیک شدن به گرده‌افشانی این تفاوت مشهودتر می‌شود (شکل ۴). اختلاف رقم‌ها از نظر این شاخص

تشکیل شاخص سطح برگ با یافته‌های دیگر محققان (Dehghanzadeh *et al.*, 2003; Karimi, 1990; Sharifi *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2015; Luangaria & Shekh, 2006) همسو بود. افت شاخص سطح برگ پس از رسیدن آن به بیشترین میزان در رقم‌های نصرت و همچنین به میزان کمتر از آن در رقم شماره ۴ شوری در مقایسه با رقم فجر ۳۰ با سرعت بیشتری انجام شد. این روند در تاریخ‌های کاشت زودتر بیشتر مشاهده شد که احتمال دارد به رشد رویشی بیشتر و ایجاد خوابیدگی در رقم‌های مستعد در تاریخ کشت زود هنگام مربوط بوده باشد (شکل ۶).

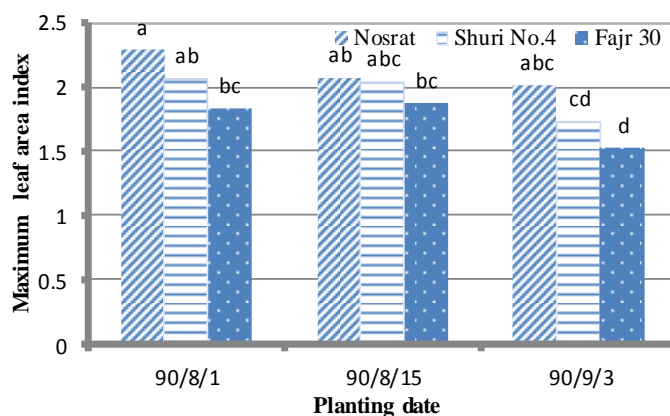
تاریخ‌های کاشت دیرتر کمی بیشتر بود. پس از آن میزان شاخص سطح برگ در رقم‌های مختلف ثابت شد. شمار برگ‌ها و شاخص سطح برگ پس از رسیدن به بیشینه تا فرارسیدن پیری ثابت می‌مانند. پس از آن با رسیدن به آخر فصل به دلیل قرارگیری شمار بیشتری از برگ‌های پایین بوته در سایه برگ‌های بالایی و افزایش تنفس آن‌ها و همچنین انتقال مواد مغذی از این برگ‌ها افزون بر برگ‌های جوان به سمت دانه‌ها و پیری برگ‌ها آغاز به کاهش کرده است که تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به دلیل ریزش برگ‌های مسن ادامه یافت (شکل ۵). روند مشاهده شده در



شکل ۳. روند تغییرات وزن خشک کل گیاه در رقم‌های مختلف جو در الف) تاریخ کاشت اول (۱ آبان)،

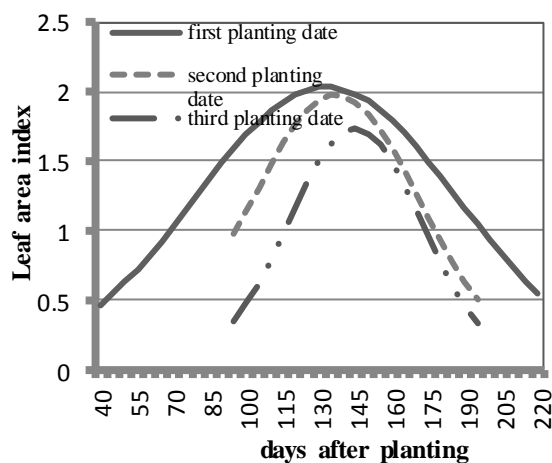
ب) تاریخ کاشت دوم (۱۵ آبان)، ج) تاریخ کاشت سوم (۳ آذر)

Figure 3. Trend of changes of total dry matter in different cultivars in: A) First planting date (23 October), B) Second planting date (6 November), C) third planting date (24 November)



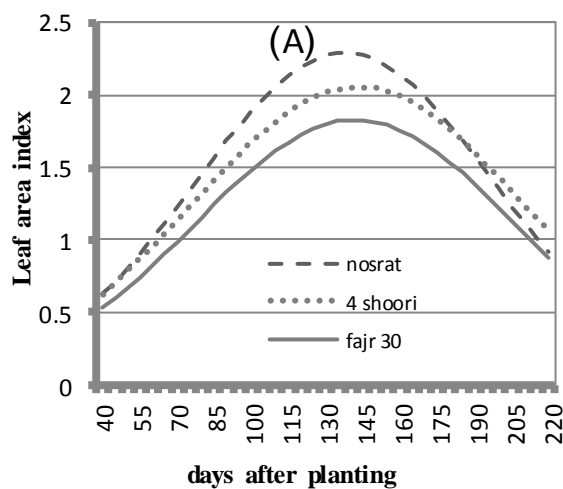
شکل ۴. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر بیشینه سطح شاخص برگ. ستون‌هایی که یک حرف مشترک دارند، بدون تفاوت معنی‌دار آماری بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Figure 4. The interaction between planting date and cultivar on maximum leaf area index. Columns that have a common letter, no significant differences according to Duncan's multiple range test at 5 percent.

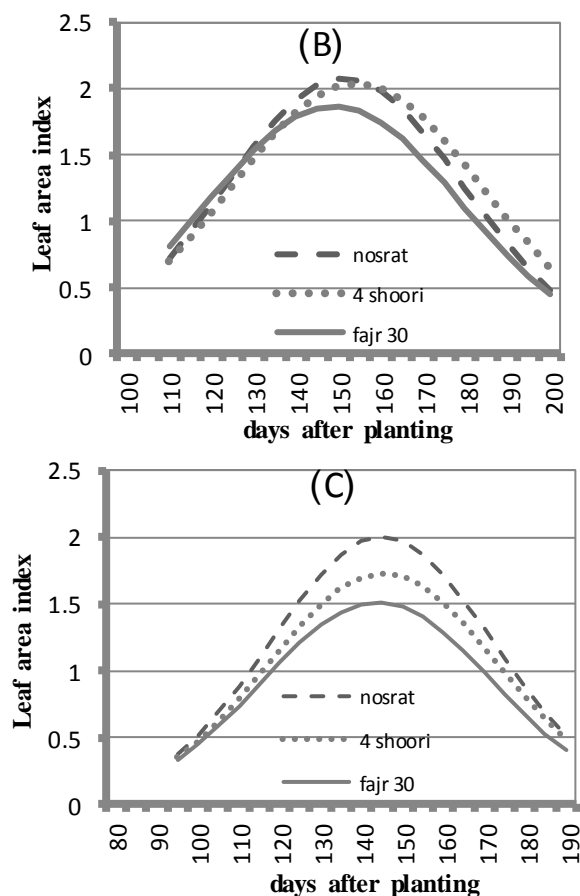


شکل ۵. روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر تاریخ کاشت

Figure 5. Trend of changes of leaf area index in different planting dates







شکل ۶. روند تغییرات شاخص سطح برگ در رقم‌های مختلف (جو در الف) تاریخ کاشت اول (۱ آبان)،

(ب) تاریخ کاشت دوم (۱۵ آبان)، (ج) تاریخ کاشت سوم (۳ آذر)

Figure 6. Trend of changes of leaf area index in different cultivars in: A) First planting date (23 October), B) Second planting date (6 November), C) third planting date (24 November)

ناشی از حرکت و توزیع دوباره ذخایر غذایی ناپایدار به بذرها است، سرعت رشد محصول منفی می‌شود (شکل ۷). در این بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول با روند تغییرات شاخص سطح برگ هماهنگ بود (شکل ۶).

رقم نصرت بیشترین و رقم فجر ۳۰ کمترین میزان سرعت رشد محصول را داشتند (جدول ۴). بر پایه روند تغییرات در رقم‌های مختلف، تا پیش از گرده‌افشانی رقم فجر ۳۰ در هر سه تاریخ کاشت با شیب کمتری افزایش یافت که این موضوع احتمال دارد به دلیل ظرفیت پایین رشد رویشی این رقم و سطح نورساختی کمتر آن بود. در اواخر رشد در تاریخ کاشت اول، سرعت رشد نسبی رقم نصرت پس از گذشت ۱۸۰ روز و رقم‌های شماره ۴ شوری و فجر ۳۰ پس از گذشت ۱۸۵ روز از کاشت منفی شد. همچنین،

#### سرعت رشد محصول

نتایج نشان داد، تاریخ کاشت دوم بیشترین و تاریخ کاشت اول کمترین میزان سرعت رشد محصول را داشت (جدول ۴). نتایج گویای آن است که در هر سه تاریخ کاشت سرعت رشد محصول از آغاز دوره رشد به دلیل رشد و توسعه برگ‌ها و بنابراین افزایش دریافت نور، انجام نورساخت و افزایش وزن بوته در واحد سطح و واحد زمان آغاز به افزایش کرد و در رقم‌های مستعد در تاریخ‌های کاشت اول، دوم و سوم به ترتیب پس از ۱۲۵، ۱۳۰ و ۱۴۰ روز از تاریخ کاشت به بیشترین میزان خود رسید. سپس تا پایان دوره رشد به علت افزایش سطح برگ که باعث سایه‌اندازی، افزایش تنفس و کاهش نورساخت برگ‌های پایین کانوپی گیاه می‌شود، کاهش یافت. در اواخر دوره رشد با آغاز شکل‌گیری دانه و به علت کاهش وزن ساقه‌ها که

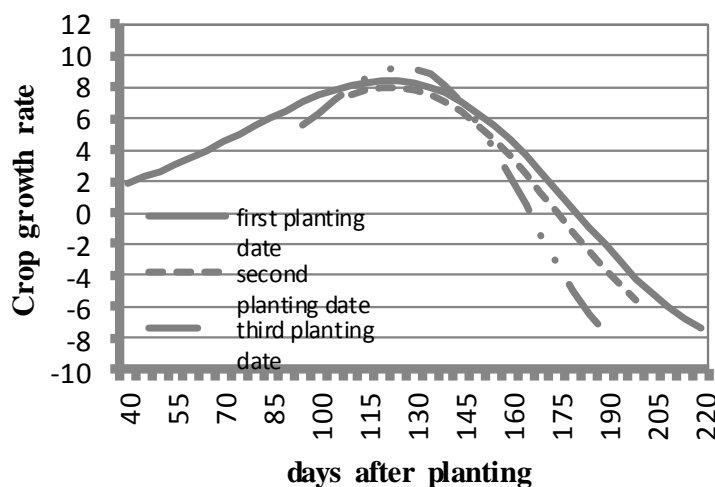
را به کاهش شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش دریافت نور مربوط دانستند (Gallagher *et al.*, 1987).

#### سرعت اسیمیلاسیون خالص

نتایج نشان دادند، تاریخ کاشت دوم احتمال دارد به علت داشتن سطح سبز متناسب و کم بودن تنفس بیشترین و تاریخ کاشت اول به علت حجم رویشی زیاد و سایه‌اندازی برگ‌ها و تنفس بالا کمترین میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص را داشتند. تاریخ کاشت سوم به دلیل برخورد به سرما میزان سطح سبز کمتری داشت (جدول ۴). روند تغییرات نشان داد که تاریخ‌های کاشت دیرهنگام در آغاز رشد تا آغاز رشد بهاره به دلیل برخورد با سرمای زمستان، حساسیت گیاه به سرما به دلیل رشد رویشی کم و از دست دادن میزانی از برگ‌ها میزانی با افت سرعت اسیمیلاسیون خالص روبه‌رو شدند. در این زمان میزان تنفس گیاه بیشتر شده و کارایی نورساختی برگ‌ها کاهش می‌یابد. این شاخص در تاریخ کشت اول تا حدود ۱۶۰ روز پس از کشت ثابت و پس از آن همزمان با افت سطح برگ و همچنین به علت قرارگیری برگ‌ها در سایه برگ‌های بالایی و افزایش تنفس به همراه کاهش نورساخت آنها، پیری و زرد شدن برگ‌های مسن و کاهش نورساخت به‌واسطه بسته شدن نیم روزی روزه‌ها به دلیل دمای بالا کاهش یافت، به‌طوری‌که در اواخر دوره رشد سرعت اسیمیلاسیون خالص منفی شد (شکل ۹).

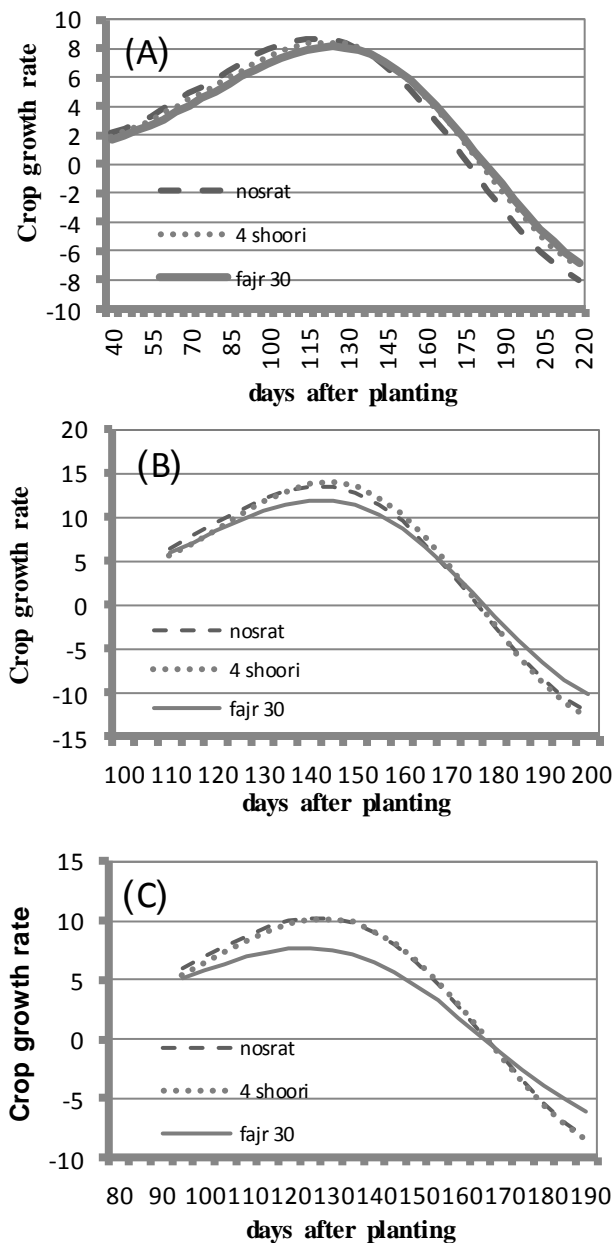
در هر سه رقم در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم به‌ترتیب پس از گذشت ۱۸۰ و ۱۷۰ روز از کاشت، منفی شد. فاصله بین تاریخ‌های کاشت از نظر شمار روز از کاشت تا منفی شدن سرعت رشد محصول کاهش یافت که احتمال دارد به دلیل برخورد تاریخ‌های کاشت دیرتر به گرما و زودرسی و پیری برگ‌ها باشد. سرعت رشد رقم نصرت و شماره ۴ شوری به ترتیب در تاریخ‌های کاشت اول (به میزان بیشتر) و دوم (به میزان کمتر) زودتر و با شیب بیشتری کاهش پیدا کرد که این موضوع احتمال دارد به دلیل ایجاد مشکل خوابیدگی و از دست دادن قسمت زیادی از سطح سبز آنها باشد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک تاریخ کاشت اول نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر سرعت رشد محصول بیشتری داشت، این موضوع احتمال دارد به علت بیشتر بودن سطح برگ و وزن خشک رقم‌های بوده باشد (شکل ۸).

دیگر محققان نیز روند همسانی را مشاهده کردند. آنها علت افزایش سرعت رشد محصول در آغاز را افزایش سطح نورساخت‌کننده و علت کاهش آن با گذشت زمان را کاهش نورساخت خالص به دلیل ریزش برگ‌ها بیان کردند (Sharifi *et al.*, 2011). محققان دیگری نیز بیان کردند که شاخص سطح برگ بیش‌ازحد، ممکن است موجب کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص و سرعت رشد محصول شود. آنها علت کاهش سرعت رشد محصول در انتهای رشد



شکل ۷. روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تأثیر تاریخ کاشت

Figure 7. Trend of changes of crop growth rate ( $\text{g.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ ) in different planting dates



شکل ۸. روند تغییرات سرعت رشد محصول در رقم‌های مختلف جو در الف) تاریخ کاشت اول (۱ آبان)، ب) تاریخ کاشت دوم (۱۵ آبان)، ج) تاریخ کاشت سوم (۳ آذر)

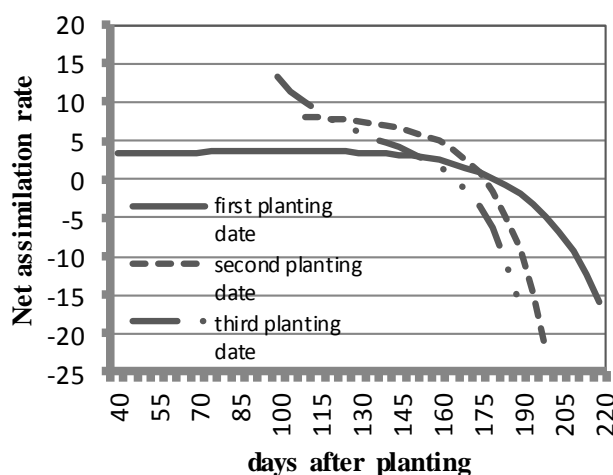
Figure 8. Trend of changes of crop growth rate ( $\text{g.m}^{-2}\text{.day}^{-1}$ ) in different cultivars in: A) First planting date (23 October), B) Second planting date (6 November), C) third planting date (24 November)

در تاریخ کاشت اول، رقم نصرت پس از گذشت ۱۸۰ روز و رقم‌های شماره ۴ شوری و فجر ۳۰ پس از گذشت ۱۸۵ روز از کاشت سرعت اسیمیلاسیون خالص منفی شد. همچنین سرعت اسیمیلاسیون خالص در هر سه رقم در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم به ترتیب پس از گذشت ۱۸۰ و ۱۷۰ روز از کاشت منفی شد. فاصله بین تاریخ‌های کاشت از نظر شمار روز

در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم نصرت بیشترین میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص را داشت که تفاوت معنی‌داری با رقم فجر ۳۰ نداشت (جدول ۴). این موضوع می‌تواند به احتمال با چگونگی قرارگیری مطلوب برگ‌ها برای کاهش سایه‌اندازی و دریافت بهتر نور و در نتیجه بالا بودن سطح فعال نورساختی و تنفس کم در دو رقم نصرت و فجر ۳۰ مرتبط باشد.

خواهیدگی روبه‌رو شدند که این موضوع خود موجب سایه‌اندازی و تنفس بیشتر و کاهش کارایی سطح برگ گیاه برای تولید ماده خشک خالص می‌شود. محققان دیگری نیز روند همسانی را مشاهده کردند. آن‌ها علت افزایش سرعت اسیمیلاسیون خالص را افزایش شاخص سطح برگ و علت کاهش آن با گذشت زمان را سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، پژمرده شدن برگ‌ها و بسته شدن روزنه‌ها در ظهر به همراه بزرگ‌تر شدن آن‌ها که موجب تسریع پیری می‌شود، بیان کردند (Shangguan *et al.*, 2000). محققان دیگری بیان داشتند که ریزش برگ‌ها و افزایش تنفس باعث رشد منفی سرعت اسیمیلاسیون خالص در پایان فصل رشد می‌شود (Cannel, 2009; Kumar *et al.*, 2012).

از کاشت تا منفی شدن سرعت اسیمیلاسیون خالص کاهش یافت که به احتمال این موضوع به دلیل برخورد تاریخ‌های کاشت دیرتر به گرما و زودرسی و پیری برگ‌ها است. روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در رقم‌های مختلف گویای آن است که در تاریخ کاشت اول و به میزان کمتر در تاریخ کاشت دوم رقم‌های نصرت و شماره ۴ شوری سرعت اسیمیلاسیون خالص زودتر و با شیب بیشتری منفی شده‌اند که این موضوع به احتمال می‌تواند با نحوه آرایش برگ‌ها در رقم‌های مزبور مرتبط باشد (شکل ۱۰). در رقم‌های نصرت و شماره ۴ شوری برگ‌های بالایی افقی‌تر بودند که موجب سایه‌اندازی روی برگ‌های پایینی شدند. افزون بر این، این رقم‌ها در تاریخ‌های کاشت زودتر با مشکل



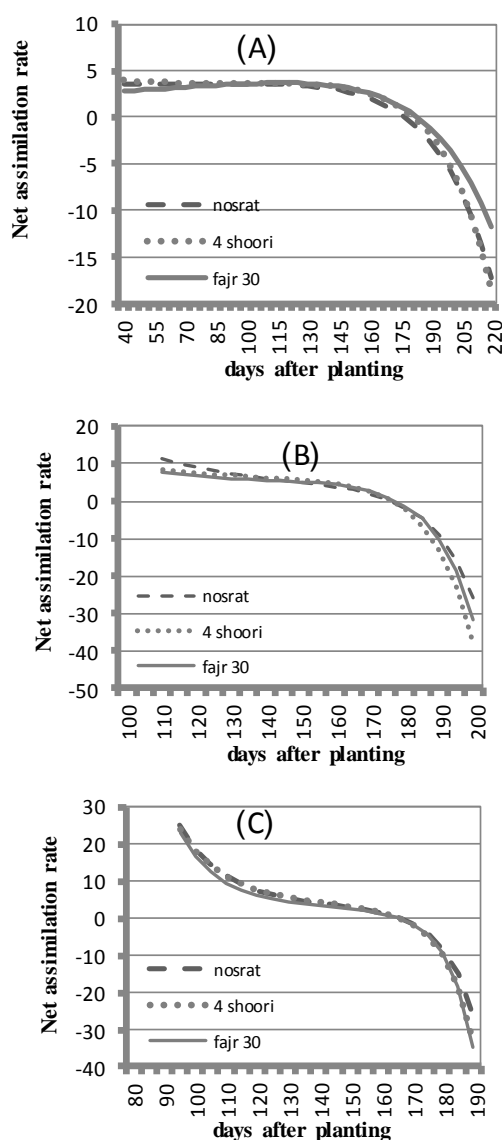
شکل ۹. روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص تحت تأثیر تاریخ کاشت

Figure 9. Trend of changes of net assimilation rate ( $\text{g.m}^{-2}\text{leaf}\cdot\text{day}^{-1}$ ) in different planting dates

سنبله‌های تشکیل شده داشتند. در تاریخ کاشت سوم نیز دوره گلدهی و گرده‌افشانی گیاهان با هوای گرم‌تر روبه‌رو شد که موجب زودرسی گیاهان شد، لذا گیاهان رشد رویشی کمتری داشتند؛ بنابراین هم توانایی تأمین مواد نورساختی کافی برای تشکیل و پر شدن دانه‌ها را نداشتند و هم فرصت کافی برای تشکیل و پر شدن سنبله فراهم نبود. این عامل‌ها موجب کاهش عملکرد دانه در این دو تاریخ کاشت شد. تاریخ کاشت دوم به احتمال از راه تعادلی که بین رشد رویشی و زایشی ایجاد کرده است، بیشترین عملکرد دانه را داشته است.

#### عملکرد دانه

نتایج نشان می‌دهد، تاریخ‌های کاشت دیر و زود هنگام هر دو موجب افت عملکرد دانه می‌شوند (جدول ۴) در بین تاریخ‌های کاشت در تاریخ کاشت اول بیشینه وزن خشک کل و شاخص سطح برگ بالاتری مشاهده شد که موجب شد رقم‌های نصرت و شماره ۴ شوری پس از مرحله گرده‌افشانی با مشکل خوابیدگی روبرو شوند و بخش زیادی از سطح سبز خود را از دست بدهند و با افت وزن خشک و سرعت رشد محصول روبه‌رو شوند. بنابراین توانایی کمی برای تأمین مواد نورساختی مورد نیاز برای پر شدن دانه‌ها در



شکل ۱۰. روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در رقم‌های مختلف جو در: الف) تاریخ کاشت اول (۱ آبان)، ب) تاریخ کاشت دوم (۱۵ آبان)، ج) تاریخ کاشت سوم (۳ آذر)

Figure 10. Trend of changes of net assimilation rate ( $\text{g.m}^{-2}\text{.leaf. day}^{-1}$ ) in different cultivars in: A) First planting date (23 October), B) Second planting date (6 November), C) third planting date (24 November)

رویشی کمتر در هیچ‌کدام از تاریخ‌های کاشت با مشکل خوابیدگی روبه‌رو نشد؛ همچنین این رقم دوام سرعت رشد محصول بیشتری در زمان ظهور سنبله و گرده‌افشانی تا رسیدگی داشت و بنابراین توانست عملکرد دانه بیشتری در مرحله رسیدگی داشته باشد. بنابراین پس از مرحله گرده‌افشانی ظرفیت عملکرد بیشتر توسط سطح سبز برگ پرچم و سنبله تعیین می‌شود. سلیمانی و همکاران نیز در بررسی خود بیشترین عملکرد دانه جو را در تاریخ ۶ نوامبر (۱۵

بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در رقم‌های فجر ۳۰ و نصرت به دست آمد (جدول ۴). رقم‌های نصرت و شماره ۴ شوری در تاریخ‌های کاشت اول و دوم با مشکل خوابیدگی روبه‌رو شدند، همچنین میزان خوابیدگی ایجادشده در رقم نصرت بیشتر بود که موجب شد سرعت رشد محصول در این رقم با سرعت و به میزان بیشتری کاهش یابد و گیاه نتواند مواد نورساختنی لازم را تولید کرده و عملکرد دانه خود را افزایش دهد. رقم فجر ۳۰ به علت داشتن رشد

کاشت ضریب خوابیدگی برای رقم نصرت ۲۵ و رقم شماره ۴ شوری ۱۸/۷۵ بود. رقم فجر ۳۰ در این تاریخ کشت با مشکل خوابیدگی روبه‌رو نشد. در تاریخ کشت سوم پس از گذشت ۱۷۸ روز از کاشت، تنها رقم نصرت دچار خوابیدگی با ضریب خوابیدگی ۵ شد. محقق دیگری نیز بیشترین میزان خوابیدگی را در تاریخ کشت ۳۰ مهر در مقایسه با دو تاریخ ۱۵ آبان و ۱ آذر مشاهده کرد (Ryazyat, 2011). محقق دیگری نیز بیان کرد که رقم‌های با ارتفاع بیشتر به دلیل حساسیت بیشتر به عامل‌های منجر به خوابیدگی مانند بادهای شدید میزان خوابیدگی افزایش یافت (Berry & Spinke, 2012).

#### نتیجه‌گیری

تاریخ کاشت مناسب باعث ایجاد تعادل مطلوب بین مراحل رشد رویشی و زایشی می‌شود. با توجه به واکنش رقم‌های مختلف تحت تأثیر تاریخ کاشت، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بهترین رقم، رقمی است که رشد رویشی کمتر (به‌منظور روبرویی با مشکل خوابیدگی)، دوام سرعت رشد محصول، سرعت اسیمیلایسیون خالص بیشتر و پتانسیل عملکرد دانه بالایی داشته باشد. به نظر می‌رسد در شرایط همسان با این آزمایش، استفاده از تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم فجر ۳۰ برای کاشت جو به‌منظور تولید دانه قابل توصیه باشد.

آبان) مشاهده کردند. محققان دیگری نیز گزارش کردند که با تأخیر در کاشت از اوایل سپتامبر به اواخر نوامبر مرحله انتقال دیرتر صورت گرفته و حساسیت نسبت به سرما کاهش یافت و عملکرد به‌طور معنی‌داری نسبت به تاریخ‌های کاشت زودتر افزایش یافت (Kirby et al., 1985).

#### خوابیدگی ساقه

در تاریخ کشت اول پس از گذشت ۱۹۱ روز از کاشت رقم نصرت با خوابیدگی با ضریب ۳۱/۲۵ روبه‌رو شد. این رقم در تاریخ کشت دوم پس از گذشت ۱۷۶ روز از کاشت نیز خوابیدگی با ضریب ۶/۲۵ داشت. در تاریخ کشت اول پس از گذشت ۲۱۱ روز از کاشت رقم نصرت بیشترین خوابیدگی را با ضریب خوابیدگی ۴۷/۵ داشت. میزان خوابیدگی رقم شماره ۴ شوری نیز در این تاریخ کشت به نسبت بالا با ضریب ۳۰ بود. رقم فجر ۳۰ نیز با کمی خوابیدگی (با ضریب خوابیدگی ۲۰) روبه‌رو شد. نتایج نشان می‌دهد، در کشت زودهنگام رقم‌های مستعد خوابیدگی با مشکل روبه‌رو می‌شوند. به‌احتمال رقم‌ها در تاریخ کاشت اول تا پیش از سرمازدگی شدید در بهمن‌ماه رشد بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دوم داشته‌اند، در نتیجه ارتفاع بوته بیشتر و خوابیدگی افزایش یافته است. در تاریخ کشت دوم پس از گذشت ۱۹۶ روز از

#### REFERENCES

1. Amini, A. R. & Soleymani, A. (2013). Spike, stem and leaf dry weight in barley cultivars in response to different irrigation regimes at different growth and development stages. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 57, 777-781.
2. Berry, P. & Spink, J. (2012). Predicting yield losses caused by lodging in wheat. *Field Crops Research*, 137, 19-26.
3. Blue, E. N., Mason, S. C. & Sander, D. H. (1990). Influence of planting date, seeding rate and phosphorus rate on wheat yield. *Agronomy Journal*, 82, 162-168.
4. Cannell, R. (2009). Net assimilation rate in barley, oats and wheat. *Journal of Agricultural Science*, 68, 157-164.
5. DehghanzadehJaz, H., Khajeh pour, M. R., Heidari, H. & Soleymani, A. (2007). Growth indices of winter wheat as affected by Irrigation Regimes under Iran Conditions. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(24), 4495-4499.
6. DehghanzadehJazy, H., Khajeh pour, M. R., Heidari, H. & Soleymani, A. (2009). Effect of irrigation regimes on grain growth indices of three winter wheat cultivars under the Iranian conditions. *Asian Journal of Plant Science*, 8(1), 74-77.
7. Dorchei, M. (2008). *The effect of planting date and seed on yield and yield component of barley cultivars*. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University (Isfahan Branch), Isfahan.
8. Emam, Y., Ranjbaran, A. M. & Baharani, M. J. (2007). Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. *Journal of agricultural science and Technology*, 1, 1-3.

9. Fayed, T. B., El-Sarag, E. I., Hassanein, M. K. & Magdy, A. (2015). Evaluation and prediction of some wheat cultivars productivity in relation to different sowing dates under North Sinai region conditions. *Annals of Agricultural Science*, 60, 11-20.
10. Ferrise, R., Triossi, A. & Stratonovitch, P. (2010). Sowing date and nitrogen fertilisation effects on dry matter and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study. *Field Crops Research*, 117, 245-257.
11. Gallagher, J. N. & Biscoe, P. V. (1978). A Physiological analysis of cereal yield. II. dry matter. *Agricultural Progress*, 53, 51-70.
12. Karimi, M. (1990). Growth analysis of wheat and barley on different soil types. *Iran Agricultural Research*, 9, 17-36 (in Farsi)
13. Karimi, M. M. & Siddique, K. H. (1991). Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivar. *Australian Journal of Agriculture*, 42, 13-20.
14. Khajehpor, M. R. (1998). Effect of deylength and temperature in selection of crops planting date. In: Proceeding of 5<sup>th</sup> Congress on Crop and Plant Breeding of Iran, 31 August-4 September., search institute of seed and plant preparation and modification, Karaj, Iran, pp 35-55. (in Farsi)
15. Khajehpor, M. R. (2014). *Cereal crops*. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research IUT Branch. (in Farsi)
16. Kiniry, J. R., Tischler, C. R. & Ebroeck, G. A. (1999). Radiation use efficiency and leaf CO<sub>2</sub> exchange for divers C4 grasses. *Biomass and Bioenergy*, 17, 95-112.
17. Kirby, E. J. M., Appleyard, M. & Fellowers, G. (1985). Variation in development of wheat and barley in response to sowing date and variety. *The Journal of Agriculture Science*, 104, 383-396.
18. Kumar, R., Singh, M. & Kumar, S. (2012). Growth analysis of Wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under saline condition. *Journal of Scientific and Thecnology*, 1, 15-18.
19. Luanagaria, M. M. & Shekh, A. M. (2006). Radiation interception, Light extinction coefficient and Leaf area index of wheat (*Triticum aestivum* L.) crop as influenced by row spacing. *the Journal of Agricultural Science*, 2, 43-54.
20. Miranzadeh, H., Emam, Y., Sayyed, H. & Zare, S. (2011). Productivity and Radiation Use Efficiency of four dryland wheat cultivars under different levels of nitrogen and chlormequat chloride. *Journal of Agronomy Science Technology*, 13, 339-351.
21. Moodie, M. (2011). *Improved cereal variety options for increased groundcover*. Retrived May 2012. Malle sustainable farming [Online]. [2 p.]. From: <http://www.malleecma.vic.gov.au/>.
22. Purcell, L. C., Rosalind, A. B., Reaper, D. J. & Vories, E. D. (2002). Radition use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Science*, 42, 172-177.
23. Ramos, J. M., Carciadel, L. F. & Recalde, L. (1980). Dry matter and leaf area relationship in winter barley. *Crop Science*, 21, 110-118.
24. Russelie, M. P., Wilhelm, W. W., Olson, R. A. & Power, F. (1984). Growth analysis based on degree dayes. *Journal of Crop Science*, 24, 28-32.
25. Ryazyat, A. (1998). *Assess the extent of absorption of light and light extinction coefficient on dfferent planting date and cultivars of wheat*. Ms.C. Thesis. Islamic Azad University (Isfahan Branch), Isfahan.
26. Sarmadnya, Gh. & Kouchaki, A. (2007). *Crop Physiology*. University of Mashhad. (in Farsi)
27. Shangguan, Zh., Shao, M. & Dyckmans, J. (2000). Effects of Nitrogen Nutrition and Water Deficit on Net Photosynthetic Rate and Chlorophyll Fluorescence in Winter Wheat. *Journal of Plant Physiology*, 156, 46-51.
28. Sharifi, R. S., Bigonah, H. & Azimi, J. (2011). Plant population influence on the physiological indices of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivares. *International Research Journal of Plant Science*, 2(5), 137-142.
29. Soleymani, A., Khajehpour, M. R., Nourmohammadi, Gh. & Sadeghyan, S. (2001). Evaluation of some physiological parameters influencing the growth of sugar beet by the date and planting. *Scientific Journal*, 1, 105-204.
30. Soleymani, A., Shahrajabian, M. H. & Naranjani, L. (2011). Determination of the suitable planting date and plant density for different cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Fars. *African Journal of Plant Science*, 5, 284-286.
31. Wang, B., Liu, D., Asseng, S. & Macadam, I. (2015). Impact of climate change on wheat flowering time in eastern Australia. *Agricultural and Forest Meterology*, 209-210, 11-21.
32. Xie, Q., Huang, W., Dash, J., Song, X. & Huang, L. (2015). Evaluating the potential of vegetation indices for winter wheat LAI estimation under different fertilization and water conditions. *Advances in Space Research*, 56, 2365-2373.
33. Yunli, Q., Yin, J., Liu, W. & Zhou, S. (2012). Determination of optimum growing degree-days (GDD) range before winter for wheat cultivars with different growth characteristics in north China plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 11, 405-415.
34. Zarei, A. (1998). *The effect of planting date and plant density on characteristics of three varieties of barley*. M. Sc. thesis. Islamic Azad University (Isfahan Branch), Isfahan.