

تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده به هنگام تشکیل سوخ و آنالیز رشد چهار رقم پیاز در بهبهان

عبدالستار دارابی^۱، عبدالکریم کاشی^۲، مصباح بابالار^۳ و محسن خدادادی^۳

چکیده

تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده (ساکارز، گلوکز و فروکتوز) به هنگام تشکیل سوخ در چهار رقم (سفید بهبهان، درچه اصفهان، کمره‌ای خمین و قولی‌قصه زنجان) طی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان مورد مطالعه قرار گرفت و رشد آن‌ها آنالیز گردید. بذرها در اوایل آبان درخزانه کشت و اوایل بهمن به زمین اصلی منتقل شدند. شروع تشکیل سوخ با تجمع کربوهیدرات‌ها در غلاف برگ همراه بود. قبل از تشکیل سوخ حداکثر مقدار کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده به رقم سفید بهبهان تعلق داشت. بعد از تشکیل سوخ (حدود اواسط دوره‌ی نمو سوخ) بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های مزبور در رقم قولی‌قصه مشاهده گردید. حداکثر و حداقل درصد افزایش کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده به ترتیب مربوط به گلوکز و ساکارز بود. نتایج آنالیز رشد مشخص نمود که در همه ارقام مورد بررسی، مرحله رشد کند تا حدود ۱۳۵ روز بعد از جوانه زدن ادامه داشت و سپس مرحله رشد سریع برگ آغاز شده است. زودتر تشکیل شدن سوخ، سرعت بیشتر رشد سوخ و سرعت بیشتر رشد محصول رقم سفید بهبهان سبب گردید که عملکرد ماده‌ی خشک سوخ این رقم در سطح ۱٪ از سه رقم دیگر بیشتر شود. با به تعویق افتادن تاریخ تشکیل سوخ، شاخص سطح برگ افزایش یافت. رقم درچه اصفهان حداکثر شاخص سطح برگ را به خود اختصاص داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ ($r=0.69$) بین سرعت رشد نسبی و سرعت اسمیلاسیون خالص مشاهده شد. رقم سفید بهبهان حداکثر عملکرد سوخ (تر) را تولید ولی اختلاف عملکرد رقم مزبور با ارقام درچه اصفهان و کمره‌ای خمین در سطح ۱٪ معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج این پژوهش کشت ارقام سفید بهبهان، درچه اصفهان و کمره‌ای خمین برای منطقه بهبهان توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: پیاز، کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده، آنالیز رشد، شاخص سطح برگ

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی دوره دکتری و استادان گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۳. استادیار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

مقدمه

داد که نقش ژنوتیپ در تعیین نوع هیدروکربن غیر ساختمانی بیشتر از محیط می‌باشد. گلوکز همبستگی شدیدی با ژنوتیپ داشت. فروکتوز تنها هیدروکربن غیر ساختمانی بود که به میزان زیادی تحت تاثیر محیط قرار گرفت. همبستگی منفی قوی بین گلوکز و فروکتوز و درصد ماده‌ی خشک سوخ مشاهده گردید (کاناهه و همکاران، ۲۰۰۱). بررسی اثر غلظت ساکارز در محیط کشت بر تشکیل سوخ در موسیر نشان داد که با مصرف ۱۰ تا ۳۰ گرم ساکارز در هر لیتر محیط کشت سوخ در زیر نمونه‌ها تشکیل نشد، اما سوخ با مصرف ۳۰ تا ۵۰ گرم ساکارز در لیتر محیط کشت تشکیل شد (لی ژیون-لی سائوس و همکاران، ۲۰۰۲).

رشد گیاه مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی خاص است که بر یکدیگر اثر متقابل داشته و تحت تاثیر عوامل محیطی می‌باشند. برای درک بیشتر مبانی فیزیولوژیکی عملکرد گیاهان زراعی نیاز به بررسی کمی مولفه‌های رشد جامعه گیاهی می‌باشد. مجموع روش‌هایی که به منظور بررسی کمی مولفه‌های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند به آنالیزهای رشد معروف می‌باشند. هدف از تجزیه کمی رشد، شناخت عواملی است که بر رشد گیاه و محصول دهی آن اثر می‌گذارند. (کریمی، ۱۳۷۲). مهم‌ترین شاخص‌های رشد که در گیاهان کاربرد فراوان دارند شامل سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، سرعت اسیمیلاسیون خالص و شاخص سطح برگ می‌باشند (کوچکی و سرمد نیا، ۱۳۷۷).

سرعت رشد نسبی پیاز در مقایسه با سایر گیاهان کمتر می‌باشد. به طوری که در مرحله رشد سریع و در دمای نزدیک به اپتیمم سرعت رشد نسبی پیاز در حدود نصف کلم بهاره و کاهو می‌باشد (بری وستر و ساترلند، ۱۹۹۳). ایرتوسان و همکاران (۱۹۸۹) گزارش نمودند که سرعت اسیمیلاسیون خالص و سرعت رشد نسبی در اوایل رشد پیاز بالا بود و با افزایش سن گیاه این شاخص‌ها کاهش یافت. بررسی‌های نسرین و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که سرعت رشد محصول در ابتدای رشد پیاز افزایش و در ۶۰ تا ۷۵ روز بعد از نشاء-کاری به بیش‌ترین مقدار خود رسید و سپس تا روز ۱۰۵ بعد از نشاء کاری به سرعت کاهش یافت.

پیاز اهمیت به سزایی در تغذیه انسان دارد. علاوه بر ارزش غذایی مطالعات علمی فراوان اثر دارویی قابل ملاحظه این گیاه را اثبات نموده‌اند. پیاز خاصیت آنتی-بیوتیکی داشته و رشد بسیاری از میکروب‌ها را متوقف می‌کند (کیوسگن، ۲۰۰۲)، در درمان بیماری‌های عروق کرونری قلب موثر بوده و از لخته شدن خون جلوگیری می‌کند (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۷) و به دلیل داشتن ترکیبات سلنیومی آلی احتمالاً در متوقف کردن رشد سلول‌های سرطانی نیز موثر می‌باشد (چانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

قسمت اعظم ماده‌ی خشک سوخ (حدود ۶۵ تا ۸۵٪) را کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی تشکیل می‌دهند (کروتز و همکاران، ۲۰۰۵). ترکیبات اصلی کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی، شامل کربوهیدرات‌های ساده (فروکتوز، گلوکز، ساکارز) و فروکتان‌ها می‌باشند (بنک بلیا و واروکیوکس، ۲۰۰۳). شواهد فراوانی وجود دارد که تشکیل سوخ به همراه تجمع کربوهیدرات‌ها در غلاف برگ می‌باشد (دربی شیر و استیر، ۱۹۹۰). در هنگام انتقال گیاه از فتوپریود غیر القائی به فتوپریود القائی (برای تشکیل سوخ) غلظت فروکتوز، گلوکز، ساکارز و فروکتان‌ها در غلاف افزایش می‌یابد. در همین هنگام میزان اسیداینورتاز محلول (آنزیم کاتالیزور کننده تبدیل ساکارز به گلوکز و فروکتوز) کاهش می‌یابد. این تغییرات قبل از مشاهده شدن تورم غلاف صورت می‌گیرد. تورم غلاف ممکن است نتیجه هیدرولیز فروکتان به فروکتوز و گلوکز باشد که در اثر این پدیده فشار اسمری سلول‌های خارجی غلاف برگ افزایش و در نتیجه این سلول‌ها آب جذب کرده و متورم می‌شوند. (بری وستر، ۱۹۹۴).

کاناهه و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که در کشت بافت پیاز، سوخ در طول روز بلند و با غلظت ۳۰ تا ۴۰ گرم ساکارز در محیط کشت تشکیل نشد، ولی افزایش غلظت ساکارز از ۴۰ تا ۱۲۰ گرم در لیتر محیط کشت سبب تورم غلاف و کاهش رشد رویشی گردید. نتایج یک پژوهش در رابطه با تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در هنگام تشکیل سوخ در فرانسه نشان

آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت به طول ۵ متر و به فاصله ۵۰ سانتی متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۷/۵ سانتی متر منظور گردید. هنگام برداشت محصول دو خط وسط هر کرت با حذف نیم متر از بالا و پایین هر خط برداشت و در محاسبات منظور گردید.

تاریخ شروع تشکیل سوخ به روش نسبت تشکیل سوخ (وقتی که نسبت حداکثر قطر سوخ به حداقل قطر ساقه مجازی به بیش از ۲ برسد) تخمین زده شد (بری و ستر، ۱۹۹۰). به منظور آنالیز رشد از ۱۵ روز بعد از جوانه زدن تا هنگام برداشت، به فاصله ۱۵ روز ۱۰ گیاه از هر کرت برداشت و تعداد برگ سبز، سطح برگ، وزن خشک پهنک، غلاف و سوخ (از هنگامی که وزن و حجم سوخ به اندازه‌ای رسید که امکان تفکیک سوخ از غلاف وجود داشت) یادداشت شد. وزن خشک اندام‌های برداشت شده با قرار دادن این اندام‌ها در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت تعیین گردید (کاناهه و همکاران، ۲۰۰۱).

سطح پهنک با فرمول $LA = \pi lw/2$ تخمین زده شد. π عدد ۳/۱۴، LA سطح پهنک، l طول قسمت سبز پهنک و w بزرگ‌ترین قطر پهنک می‌باشد (تی و همکاران، ۱۹۹۶). شاخص‌های رشدی سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، سرعت اسیمیلاسیون خالص و شاخص سطح برگ از ۱۵ روز بعد از جوانه زدن تا هنگام برداشت به فاصله ۱۵ روز برای ارقام سفید بهبهان و کمره‌ای خمین در ۱۲ نوبت (۴ و ۸ نوبت به ترتیب در خزانه و مزرعه) و برای ارقام قولی قصه زنجان و درچه اصفهان در ۱۱ نوبت (۴ و ۷ نوبت به ترتیب در خزانه و مزرعه) محاسبه شدند (تکالیگن و هامس، ۲۰۰۵).

برداشت سوخ در زمان رسیدن فیزیولوژیک، که در ۵۰ تا ۸۰ درصد گیاهان گردن (ساقه دروغی) نرم و در نتیجه پهنک‌ها افتاده و ریزش آن‌ها آغاز شده بود انجام گرفت (بری و ستر، ۱۹۹۴). اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده در هر رقم در ۲ زمان (قبل و بعد از تشکیل سوخ) با دستگاه HPLC و بر اساس روش ماساکو و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت. در پایان صفات اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار MSTATC تجزیه

با توجه به اینکه پیاز بومی ایران بوده و هم اکنون ارقام متنوع و سازگار با شرایط آب و هوایی متفاوت در فصول و مناطق مختلف کشت و کار می‌گردند ولی تاکنون در مورد تغییرات هیدروکربن‌ها در هنگام تشکیل سوخ هیچ‌گونه پژوهشی در کشور ما صورت نگرفته و بررسی‌های بسیار محدودی در مورد آنالیز رشد ارقام بومی پیاز انجام شده است، این پژوهش به منظور بررسی تغییرات کربو هیدرات‌های غیر ساختمانی ساده در هنگام تشکیل سوخ و آنالیز رشد چهار رقم پیاز بومی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش یک رقم روز کوتاه (سفید بهبهان) و سه رقم روز متوسط (درچه اصفهان، کمره‌ای خمین و قولی قصه زنجان) در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به مدت یک سال زراعی (۱۳۸۵-۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با $50^{\circ}14'$ طول شرقی و $30^{\circ}36'$ عرض شمالی مورد بررسی قرار گرفتند. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با ارتفاع ۳۲۰ از سطح دریا، میزان بارندگی در دوره‌ی رشد و نمو گیاه ۳۵۶/۶ میلی‌متر، درجه حرارت حداکثر و حداقل مطلق ماهیانه در طول آزمایش به ترتیب ۴۹ درجه سانتی‌گراد (در خردادماه) و یک درجه سانتی‌گراد (در دی‌ماه) بود.

برای اجرای این پژوهش بذرها در تاریخ ۲ آبان در خزانه کشت و در اوایل بهمن ماه نشاها به زمین اصلی منتقل شدند. میزان مصرف کود براساس آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب شامل ۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار $P2O5$ از منبع سوپرفسفات تریپل و ۸۵ کیلوگرم $K2O$ در هکتار از منبع سولفات پتاسیم که در هنگام تهیه زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط گردید. کود نیتروژنه لازم نیز به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره در ۳ نوبت $\frac{1}{3}$ آن قبل از کاشت و $\frac{2}{3}$ بقیه در دو نوبت به فواصل ۴۵ و ۶۵ روز بعد از نشاء کاری به‌صورت سرک مصرف گردید (بای‌بوردی و ملکوتی، ۱۳۷۸). هر کرت

آنالیز رشد

روند تجمع ماده خشک

چنانچه بری‌وستر (۱۹۹۰) گزارش نموده در کلیه ارقام مورد بررسی به‌علت پایین بودن دما دوره‌ی رشد کند (حدود ۱۳۵ روز بعد از جوانه زدن) طولانی بود. بعد از این مرحله رشد سریع برگ شروع شد. بررسی وزن خشک سوخ و پهنک در نمونه برداری‌های مختلف نشان داد که در رقم سفید بهبهان رشد توام این دو اندام تا ۲۴ روز بعد از تشکیل سوخ ادامه داشت، ولی در ارقام کمره‌ای خمین، درچه اصفهان و قولی قصه زنگان آغاز رشد سوخ تقریباً مصادف با کاهش وزن خشک پهنک بود. مسیحا و همکاران (۱۳۷۹) نیز در دو رقم قرمز آذرشهر و هوراند تقریباً هم‌زمان با آغاز رشد سوخ با کاهش وزن خشک پهنک مواجه شدند. رقم سفید بهبهان توان بالاتری در تجمع ماده‌ی خشک نسبت به سایر ارقام داشت در نتیجه شیب افزایش منحنی در این رقم بالاتر بود و به همین علت در این رقم مقدار بیشتری از ماده‌ی خشک در کل بوته تجمع یافت (شکل ۲).

سرعت رشد نسبی

خزانه

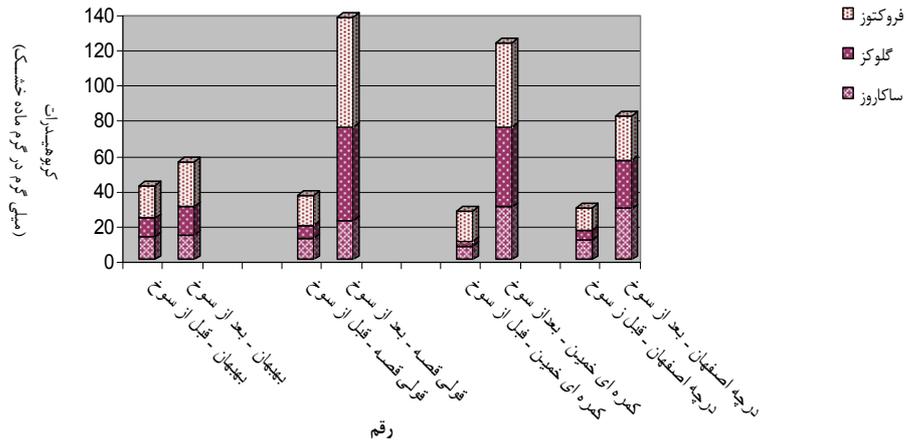
روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام مورد بررسی در خزانه در نمونه برداری‌های مختلف یکسان نبود. در دوره دوم نمونه برداری (۳۰-۴۵ روز بعد از جوانه زدن) نسبت به دوره اول (۱۵-۳۰ روز بعد از جوانه زدن) سرعت رشد نسبی ارقام بهبهان و قولی قصه افزایش ولی سرعت رشد نسبی ارقام کمره‌ای خمین و درچه اصفهان کاهش یافت. علت این اختلاف را می‌توان به مواجه شدن گیاهان با شرایط نامساعد آب و هوایی از قبیل کاهش دما، کاهش شدت و مدت نور به دلیل ابری بودن هوا و افزایش مدت و میزان بارندگی و در نتیجه تنش غرقابی (بارندگی به میزان ۱۲۱ میلی‌متر درهفت روز برابر با ۳۴٪ نزولات آسمانی در کل دوره‌ی رویش گیاه) در دوره نمونه برداری دوم و اختلاف در میزان تحمل این تنش‌ها توسط ارقام مورد مطالعه نسبت داد.

واریانس شده و میانگین‌ها به روش دانکن مقایسه شدند. برای آنالیز رشد و رسم شکل‌ها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

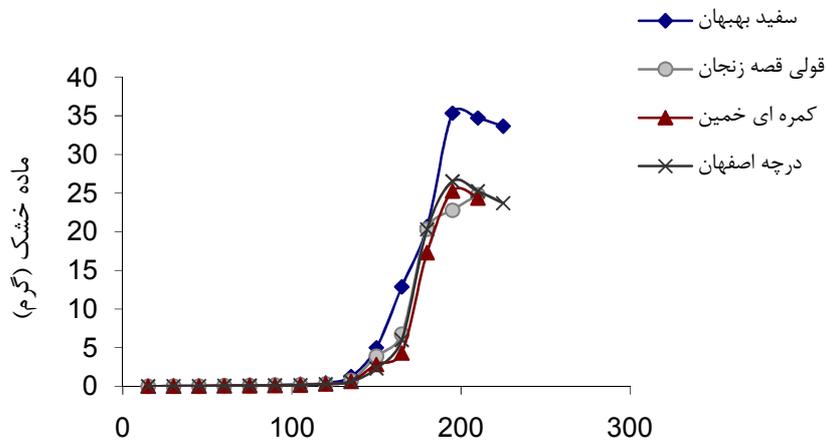
نتایج و بحث

تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده در هنگام تشکیل سوخ

هم‌چنان‌که توسط کاناها (۱۹۹۲) و لی‌ژیون-لی سائوس و همکاران (۲۰۰۲) گزارش گردیده در این پژوهش نیز میزان کربوهیدرات‌ها غیر ساختمانی ساده، بعد از تشکیل سوخ به میزان چشم‌گیری افزایش یافت. با توجه به این‌که اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها در هر رقم (قبل و بعد از تشکیل سوخ) فقط از یک نمونه صورت گرفته است بنا براین در مورد این صفت انجام تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین‌ها امکان‌پذیر نبود. قبل از تشکیل سوخ بیش‌ترین مقدار این کربوهیدرات‌ها (۴۱/۳۸ میلی‌گرم در گرم ماده‌ی خشک) به رقم سفید بهبهان تعلق داشت. حداکثر و حداقل درصد افزایش کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده بعد از تشکیل سوخ (در اواسط دوره نمو سوخ) نسبت به قبل از تشکیل این اندام، به ترتیب در ارقام سفید کمره‌ای خمین (۵۸۰٪) و سفید بهبهان (۳۳٪) مشاهده گردید. بیش‌ترین تجمع این کربوهیدرات‌ها (۱۳۶/۷۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌ی خشک) به رقم قولی قصه تعلق داشت (شکل ۱). با توجه به این‌که در هر رقم در بین قندهای مورد بررسی گلوکز بیش‌ترین افزایش (۷۲۰٪) و ساکارز کم‌ترین افزایش (۲۰۷/۵٪) را نشان داد. میزان کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده در رقم سفید بهبهان نسبت به سایر ارقام به میزان قابل توجهی کمتر بود (شکل ۱). دلیل این اختلاف را همان‌گونه که کاناها و همکاران (۲۰۰۱) بیان نموده‌اند می‌توان به بالا بودن درصد ماده‌ی خشک این رقم در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی نسبت داد (جدول ۱).



شکل ۱: مقایسه مقدار کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده قبل و بعد از تشکیل سوخ در ارقام مورد بررسی



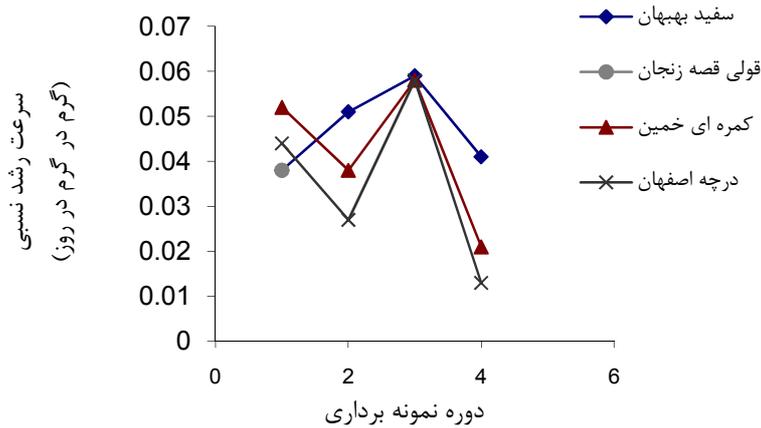
شکل ۲: روند تجمع مواد خشک در ارقام مورد بررسی

و محدودیت عناصر غذایی و نور، این شاخص کاهش یافت (شکل ۳).

مزرعه

پس از انتقال نشاء به مزرعه سرعت رشد نسبی ابتدا روند صعودی داشت و پس از رسیدن به بیشترین مقدار، روند آن نزولی شد. حداکثر این شاخص (۱۰۸) گرم در گرم در روز) در رقم قولی قصه مشاهده گردید. ارقام مورد بررسی از نظر تغییرات سرعت رشد نسبی دو روند متفاوت داشتند. در رقم سفید بهبهان که بعد از تشکیل سوخ، رشد پهنک نیز تا مدتی ادامه یافت، بعد از نزولی شدن روند سرعت رشد نسبی از دوره پنجم تا هنگام برداشت، این روند ادامه یافت.

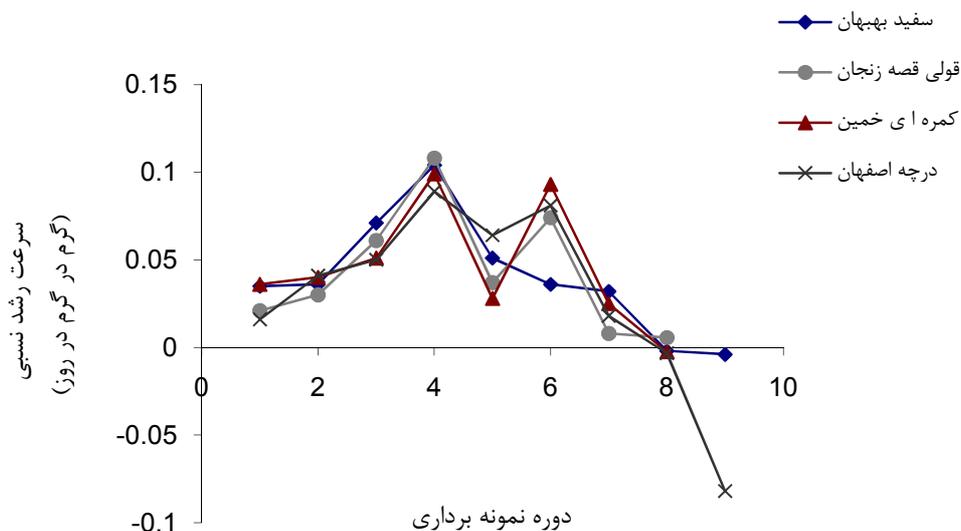
ارقام سفید بهبهان و قولی قصه نسبت به این تنش‌ها مقاومت بیشتری داشتند و در نتیجه سرعت رشد نسبی آن‌ها نسبت به دوره اول نمونه برداری افزایش یافت. ارقام درجه اصفهان و کمره‌ای خمین نسبت به این تنش‌ها حساس بودند و بنابراین سرعت رشد نسبی آن‌ها در دوره دوم نمونه برداری در مقایسه با دوره اول کاهش یافت. در همه ارقام مورد بررسی، سرعت رشد نسبی در دوره سوم نمونه برداری افزایش و به بیشترین مقدار خود رسید. حداکثر سرعت رشد نسبی به رقم سفید بهبهان (۵۹٪ گرم در گرم در روز) تعلق داشت. در دوره چهارم نمونه برداری به علت افزایش رشد و توسعه اندام‌های مختلف گیاه و در نتیجه افزایش رقابت بین گیاهان



شکل ۳: روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام مورد بررسی در خزانه

نقشی در فتوسنتز نداشته و در سایه قرار گرفتن آن‌ها می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۴). در اواخر دوره‌ی رشد گیاه ریزش شدید پهنک در ارقام سفید بهبهان، درچه اصفهان و کمره‌ای خمین سبب منفی شدن سرعت رشد نسبی گردید. منفی شدن سرعت رشد نسبی پیاز توسط رستگار و همکاران (۱۳۸۵) نیز مشاهده شده است. ایرتوسان و خان (۱۹۸۹) و تی و همکاران (۱۹۹۶) نیز با ریزش شدید پهنک در اواخر دوره رشد و نمو پیاز مواجه شدند.

در حالی که در ارقام کمره‌ای خمین، درچه اصفهان و قولی قصه زنجان که تقریباً هم‌زمان با شروع تشکیل سوخ، وزن خشک پهنک کاهش یافت، بعد از نزولی شدن سرعت رشد نسبی در دوره پنجم نمونه-برداری، در دوره ششم نمونه‌برداری و هم‌زمان با شروع تشکیل سوخ این شاخص نسبت به دوره پنجم دوباره (عمدتاً به دلیل افزایش سرعت رشد نسبی پهنک) افزایش و از دوره هفتم نمونه‌برداری تا هنگام برداشت روند آن نزولی شد (شکل ۴). دلیل کاهش این شاخص با افزایش سن گیاه، افزایش سن پهنک‌های خارجی که



شکل ۴: روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام مورد بررسی در مزرعه

سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول در کلیه ارقام مورد بررسی در مراحل اولیه رشد، به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن شاخص سطح برگ و در نتیجه جذب کمتر نور به وسیله گیاه پایین بود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). نمو و توسعه برگ سبب افزایش شدید در سرعت رشد محصول گردید. سرعت رشد محصول رقم سفید بهبهان نیز در بیشتر مراحل رشد در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی بزرگتر بود. حداکثر سرعت رشد محصول (۲۶/۰۲ گرم در مترمربع در روز) نیز به این رقم تعلق داشت. همانطور که نسرین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نموده‌اند نهایتاً به علت کم و یا متوقف شدن رشد رویشی، پیری و ریزش پهنک، سرعت رشد محصول سیر نزولی داشت و در ارقام سفید بهبهان، درچه اصفهان و کمره‌ای خمین منفی شد (شکل ۵).

سرعت رشد سوخ

سوخ در رقم سفید بهبهان نسبت به سایر ارقام زودتر تشکیل گردید (تاریخ تشکیل سوخ در رقم سفید بهبهان ۲۴ فروردین، کمره‌ای خمین ۵ اردیبهشت، قولی قصه زنجان ۶ اردیبهشت و درچه اصفهان ۱۱ اردیبهشت بود). حداکثر سرعت رشد سوخ این رقم (۳۰/۰۱ گرم در روز در مترمربع) نسبت به سایر ارقام مورد بررسی به میزان قابل توجهی بیشتر بود (شکل ۶). این عامل، زودتر تشکیل سوخ و بالاتر بودن سرعت رشد محصول رقم سفید بهبهان در بیشتر دوره رشد و نمو در مقایسه با سایر ارقام سبب گردید که عملکرد ماده‌ی خشک سوخ رقم سفید بهبهان در مقایسه با ارقام دیگر در سطح ۱٪ افزایش یابد (جدول ۱). رائو (۱۹۸۸) و نسرین و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش نمودند که ارقام پر تولید پیاز دارای سرعت رشد محصول بیشتری می‌باشند.

شاخص سطح برگ**خزانه**

در اولین نمونه برداری در خزانه (۱۵ روز بعد از جوانه زدن) سطح برگ ارقام سفید بهبهان، قولی قصه زنجان، کمره‌ای خمین و درچه اصفهان به ترتیب ۱/۱۹،

۱/۳۸، ۱/۴۷ و ۲/۹۶ سانتی‌متر مربع بود. روند تغییرات سطح برگ همه ارقام در خزانه سعودی بود. قبل از انتقال نشا به مزرعه سطح برگ این ارقام به ترتیب به ۱۹/۷۱، ۱۶/۷۶، ۱۱/۹۸ و ۱۱/۳۶ سانتی‌متر مربع رسید (شکل ۷). به طور کلی گسترش سطح برگ همه ارقام در خزانه کند بود. کند بودن رشد سطح برگ پیاز در ابتدای رشد این محصول توسط تی و همکاران (۱۹۹۶) نیز مشاهده شده است. بین این نتایج و گزارش بری-وستر (۱۹۹۰) که گسترش سطح برگ پیاز در اوایل دوره رشد و نمو این گیاه کند می‌باشد هماهنگی وجود دارد.

مزرعه

بعد از انتقال نشاء به مزرعه، در اولین دوره نمونه برداری به دلیل تنش وارده شده به گیاهان در اثر انتقال نشا سطح برگ همه ارقام نسبت به قبل از نشاکاری کاهش و از دوره دوم نمونه برداری افزایش یافت. رقم سفید بهبهان یک رقم روزکوتاه بوده و سوخ در این رقم زودتر از سایر ارقام تشکیل گردید. تا دوره پنجم نمونه برداری و هم‌زمان با تشکیل سوخ حداکثر شاخص سطح برگ (۱/۹۶) به این رقم مربوط بود. با تشکیل سوخ، بیشتر آسیمیلات‌ها به سمت آن سرازیر و در نتیجه رشد برگ در رقم مزبور محدود شد. به همین دلیل حداکثر شاخص سطح برگ در رقم سفید بهبهان (در هفتمین دوره نمونه برداری) به ۲/۲۱ رسید. از دوره پنجم نمونه برداری به بعد شاخص سطح برگ سایر ارقام و به خصوص درچه اصفهان در مقایسه با رقم سفید بهبهان به میزان قابل توجهی افزایش یافت به طوری که حداکثر و حداقل شاخص سطح برگ به ترتیب به ارقام درچه اصفهان و سفید بهبهان (آخرین و اولین رقمی که سوخ در آن‌ها تشکیل شده بود) تعلق داشت. با توجه به این نتایج می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که بین تاریخ تشکیل سوخ و گسترش سطح برگ رابطه معکوسی وجود دارد که دلیل آن انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به یک مخزن قوی (سوخ) می‌باشد (مسیحا و همکاران، ۱۳۷۹). بنابراین در ارقامی که سوخ زودتر تشکیل شده این انتقال زودتر آغاز گشته و در نتیجه گسترش سطح

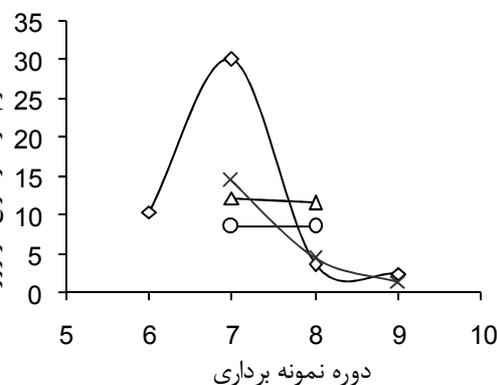
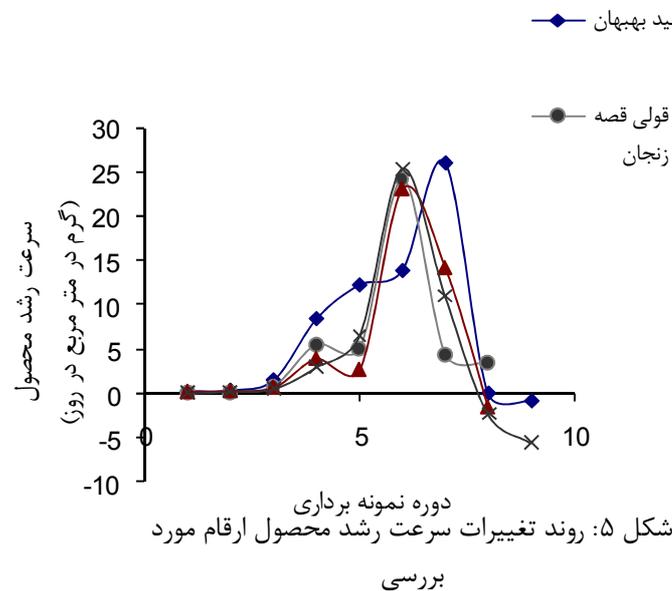
تغییرات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ساده به هنگام تشکیل سوخ و آنالیز ...

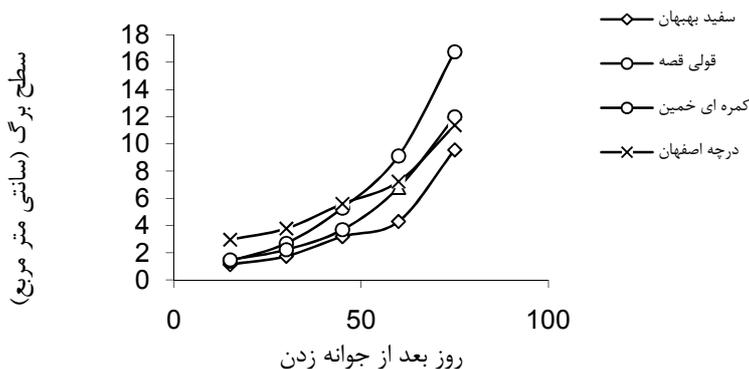
ماتسوی و همکاران (۱۹۹۴) نیز گزارش شده است. همانند سرعت رشد نسبی، این شاخص در دوره دوم نمونه‌برداری نسبت به دوره اول در ارقام سفید بهبهان و قولی قصه افزایش ولی در ارقام درچه اصفهان و کمره‌ای خمین کاهش یافت. در دوره سوم نمونه‌برداری سرعت اسیمیلاسیون خالص در کلیه ارقام افزایش یافت. حداکثر سرعت اسیمیلاسیون خالص (۴/۲۴ گرم در مترمربع در روز) به رقم درچه اصفهان مربوط بود. در چهارمین دوره نمونه‌برداری رقابت نوری و سایه‌اندازی گیاهان روی یکدیگر سبب کاهش این شاخص در کلیه ارقام گردید (شکل ۹).

برگ آن‌ها نسبت به ارقامی که سوخ را دیرتر تشکیل داده بودند کمتر بود. در اواخر دوره‌ی رشد به‌علت پیری و ریزش پهنک این شاخص در کلیه ارقام کاهش یافت (شکل ۸).

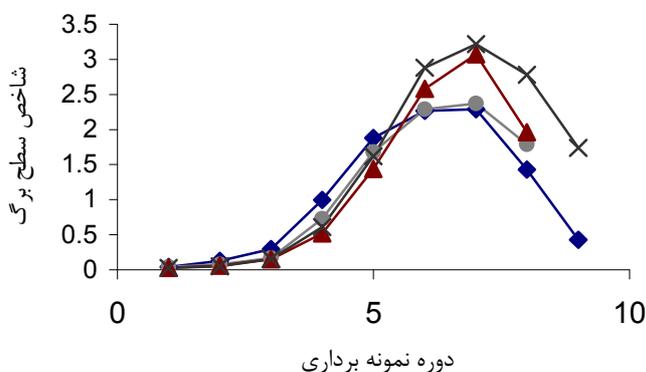
سرعت اسیمیلاسیون خالص خزانه

در این پژوهش همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح معنی‌دار ۱٪ ($r=0.69$) بین سرعت رشد نسبی و سرعت اسیمیلاسیون خالص مشاهده گردید. ارتباط نزدیک بین این دو شاخص رشدی درپایز به‌وسیله





شکل ۷: روند تغییرات سطح برگ ارقام مورد بررسی در خزانه



شکل ۸: روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مورد بررسی

مزرعه

مورد بررسی سرعت اسیمیلاسیون خالص در دوره پنجم در مقایسه با دوره چهارم کاهش یافت. روند نزولی شدن این شاخص در رقم سفید بهبهان تا دوره ششم ادامه یافت. در دوره هفتم نمونه برداری، افزایش قابل توجه وزن خشک سوخ سبب افزایش سرعت اسیمیلاسیون خالص این رقم نسبت به دوره ششم گردید. در سایر ارقام مورد بررسی این شاخص در دوره ششم نمونه برداری و قبل از تشکیل سوخ افزایش یافت که این افزایش به خصوص در رقم کمره ای خمین به دلیل افزایش قابل ملاحظه وزن خشک گیاه بسیار چشم گیر بود. در رقم سفید بهبهان از دوره هشتم و در سایر ارقام از دوره هفتم اندازه گیری، سرعت اسیمیلاسیون خالص به دلیل مسن شدن برگ ها و کم شدن راندمان فتوسنتز کاهش یافت (شکل ۱۰).

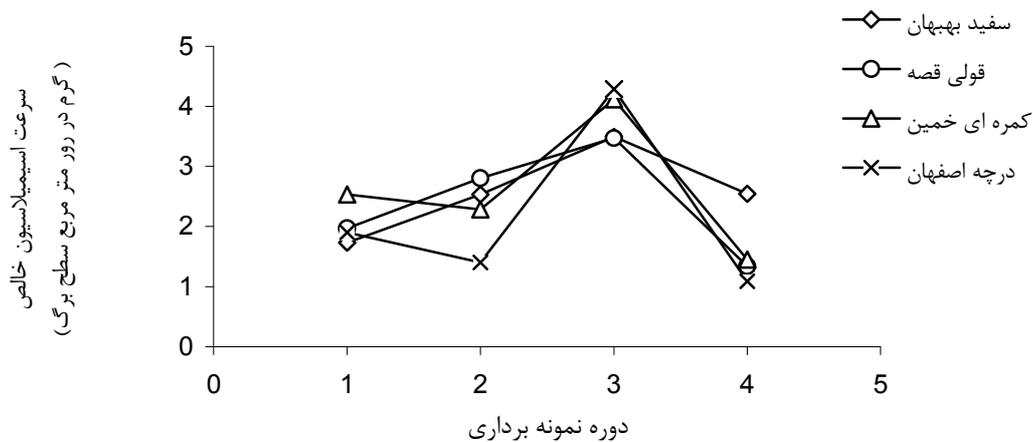
در اولین دوره نمونه برداری در مزرعه نسبت به آخرین دوره نمونه برداری در خزانه به دلیل استرس وارده به گیاهان در اثر نشاکاری و کاهش سطح برگ این شاخص در کلیه ارقام افزایش یافت. به دلیل بیشتر بودن سرعت رشد برگ نسبت به تجمع ماده خشک در ارقام سفید بهبهان و کمره ای خمین این شاخص در دوره دوم نسبت دوره اول نمونه برداری کاهش ولی در ارقام قوی قصه و درچه اصفهان این شاخص افزایش یافت. دلیل متفاوت بودن روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص ارقام مزبور در این دوره نمونه برداری، متفاوت بودن قدرت ترمیم این ارقام بعد از نشاکاری بود. این شاخص در رقم سفید بهبهان فقط تا دوره دوم نمونه برداری و در رقم کمره ای تا دوره سوم کاهش یافت. در کلیه ارقام

با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۱٪)

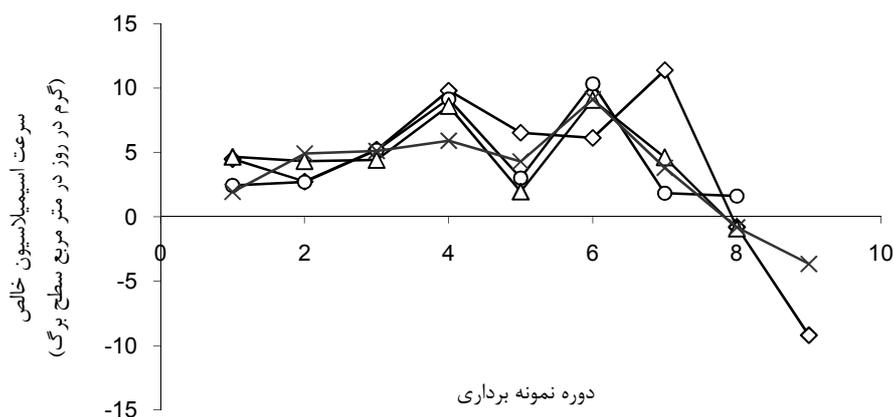
بین درصد ماده‌ی خشک سوخ ارقام مورد بررسی، بر روی عملکرد ماده‌ی خشک سوخ این ارقام تجزیه واریانس انجام که نتایج حاصله نشان دهنده برتری رقم سفید بهبهان نسبت به سایر ارقام در سطح ۱٪ بود. بنابراین براساس نتایج این آزمایش به‌جز رقم سفید بهبهان ارقام درچه اصفهان و کمره‌ای خمین (بومی مناطق مرکزی کشور) برای کشت پیاز در این منطقه قابل توصیه می‌باشند.

مقایسه عملکرد

نتایج تجزیه واریانس عملکرد سوخ (تر) مشخص نمود که بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. رقم سفید بهبهان حداکثر عملکرد را تولید اما اختلاف آن با ارقام درچه اصفهان و کمره‌ای خمین معنی‌دار نبود (جدول ۱).



شکل ۹- روند تغییرات سرعت اسیمیلایسیون خالص ارقام مورد بررسی در خزانه



شکل ۱۰: روند تغییرات سرعت اسیمیلایسیون خالص ارقام مورد بررسی پس از نشاکاری

جدول ۱: مقایسه میانگین عملکرد (تر و خشک) سوخ و درصد ماده‌ی خشک سوخ ارقام مورد بررسی

رقم	عملکرد (تن در هکتار)		درصد ماده خشک
	تر	خشک	
سفید بهبهان	۳۷ a	۵/۷۶ a	۱۵/۲۷ a
کمره‌ای خمین	۳۴/۰۳ a	۴/۰۸ b	۱۲/۲۹ b
درچه اصفهان	۳۳/۳ ab	۳/۹۴ b	۱۲/۲۱ b
قولی قصه	۲۶ /۱۷ b	۳/۲ b	۱۱/۴ b

حروف غیر مشابه در هر ستون بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۱٪ می‌باشد.

منابع

- بای‌بوردی، ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش کمی و کیفی و کاهش غلظت نیترات در غده-های پیاز. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ۲۰ صفحه.
- رستگار، ج. ۱۳۸۵. گزارش نهایی طرح بررسی روند رشد ارقام و توده‌های بومی پیازخوراکی ایرانی بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیک. مرکز تحقیقات و منابع طبیعی خراسان رضوی، ۳۶ صفحه.
- کریمی، م. ۱۳۷۲. آنالیز رشد بر اساس واحدهای گرمایی. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۴۲-۲۳۵.
- کوچکی، ع.، راشد محصل، م. ح.، بصیری، م. و صدر آبادی، ر. ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو. (ترجمه)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۴۰۴ صفحه.
- کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. (ترجمه)، چاپ هفتم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.
- مسیحا، س.، مطلبی آذر، ع.، شکاری، ف. و کاظم‌نیا، ح. ۱۳۷۹. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مقاسه عملکرد و آنالیز رشد ارقام پیاز به روش سنتی و نشایی با ماشین نشاکار. دانشگاه تبریز، ۴۴ صفحه.
- Benkebelia, N. and Varoquaux, P. 2003. Effect of nitrate oxide (N₂O) on respiration rate, soluble sugar and quality attributes of onion bulb *Allium cepa* L. cv. Rouge Amposta during storage. *Postharvest Biol. Tech.* 301: 161-168.
- Brewster, J. L. 1990. Physiology of crop growth and bulbing, pp. 53-58. In: Brewster, J. L. and Rabinowitch, H. D. (Eds). *Onions and Allid Crops. Volume 1. Botany, Physiology and Genetic.* CRC, Press, Boca Raton. Florida, 320 pp.
- Brewster, J. L. 1994. *Onions and other vegetable alliums.* CAb International, Uk, 215 pp.
- Brewster, J. L. and Suterland, R. A. 1993. The rapid determination in controlled environments of parameters for predicting seedling growth rate in natural conditions. *Annals of Applied Biology* 122: 123-133.
- Change, H. S., O. Yamato, M., Yamasaki, Ko, M. and Maede, Y. 2005. Growth inhibitory effect of alk(en)yl thiosulfates deriveds from onion and garlic in human immortalized and tumor cell lines. *Cancer Lettrers* 233 (1): 47-55.
- Crowther, T., Collin, H. A., Smith, B., Tomesst, A. B., O'Connor, D. and Janes, M. G. 2005. Assesment of the flavuor fresh uncooked onion by test-panels and analysis of flavour precursors, pyruvate and sugars. *J. Sci. Food Agric.* 85: 112-120.
- Darbyshire, B. and Steer, B. T. 1990. Crbohydrate biochemistry, pp. 1-16. In: Brewster, J. L. and Rabinowitch, H. D. (Eds). *Onions and Allid Crops. Volume 3. Biochemistry, Food Science, and Minor Crop.* CRC, Press, Boca Raton, Florida, 265 pp.
- Iortsuun, D. N. and Khan, A. A. 1989. The pattern of dry matter distribution during development in onion. *Journal of Agronomy and Crop Science* 162: 127-134.
- Kahane, R., Teyssendier de la Serve, B. and Rancillia, M. 1992. Bulbing in long-day onion (*Allium cepa* L.) cultured in vitro: comparison between sugar feeding and light induction. *Annals of Botany* 69 (6): 551-555.
- Kahane, R., Vaillle, E., Boukema, I., Tzanoudakis, D., Bellamy, C., Chamaux, C. and Kik, C. 2001. Changes in non-structural carbohydrate composition during bulbing in sweet and high-solid onions in field experiments. *Enviorenmental and Experimental Botany* 45: 72-83.
- Kesugen, M. 2002. Health and Alliums, pp. 357-378. In: Ravinowitch, H. D. and Currah, L. (Eds). *Allium Crop Science: Recent Advances.* CABI publishing, 515 pp.
- Le Geun – Le Saos, F. L., Hourmant, A., Esnault, F. and Chauvin, J. E. 2002. In vitro bulb development in shallot (*Allim cepa* L. aggregatum group): Effects of anti-gibberelline, sucrose and light. *Annals of Botany* 89 (4): 419-425.
- Martinz, M. C., Corzo, N. and Villiamiel., M. 2007. Biological properties of onion and garlic. *Trends in Food Science&Technology* 18 (12): 609-625.

- Masuko, T., Minami, A., Iwasaki, N., Majmas, T., Nishimura, S. I. and Lee. Y. C. 2005. Carbohydrate analysis by a phenol-sulfuric acid method in microplate format. *Analytical Biochemistry* 39 (1): 69-72.
- Matsui, S., Maeda, M., Shirai, M. and Kamur, Y. 1994. Growth analysis of onion (*Allium cepa* L.) plants treated with (s) - (+) – abscisic acid. *Research bulletin of the Faculty of Agriculture Gifu University* 59:57-62.
- Nasreen, S., Imamul Haq, S. M. and Altam Hossain, M. 2003. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. *Asian Journal of Plant Sciences* 897-902.
- Rao, N. K. S. 1988. Physiological analysis of growth and yield in onion (*Allium cepa*- L.) *Ind J. Agr. Sci.* 58(6): 489-491.
- Tei, F., scaife, A. and Aikman, D. P. 1996. Growth of lettuce, onion and red beet. 1-Growth analysis, light interception and radiation use efficiency. *Annals of Botany* 78: 633-644.
- Tekalign, T. and Hammes, P. S. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae* 105: 29-44.
-

Changes of Simple Non- Structural Carbohydrates During Bulb Formation and Growth Analysis of Four Onion Cultivars in Behbahan

Darabi¹, A., Kashi², A., Babalar². and Khodadadi³, M.

Abstract

Change of simple non- structural carbohydrates (sucrose, glucose and fructose) during bulb formation were studied as well as growth analysis. A randomized complete block design containing four treatments (onion cultivars: Safid Behbahan, Dorcheh Esfahan, Kamarei Khomain and Gholi Gheseh Zanjan) and four replications was performed at Behbahan Agriculture Resarch Station. Seeds were sown in nursery in late October and seedlings transplanted in late Jaunuary. Carbohydrates accumulated in leaf bases during initiation of bulbing. The most simple non- structural carbohydrates content were found in Safid Behbahan and Gholi Gheseh Zanjan cultivats before and after bulb formation respectively. Glucose and sucrose were the maximum and minimum of increasing percent of simple non- structural carbohydrates sequentially. The growth analysis results showed a slow growth period (about 135 days after emergence) and a rapid growth after that. The yield of bulb dry weight of SafifBehbahan cultivar was higher than other cultivar at 1% level, due to the earliest date of bulbing, higher bulb growth rate (BUGR) and crop growth rate (CGR). Leaf area index increased (LAI) because of delaying in bulbing date and Dorcheh Esfahan cultivar had the maximum LAI. A high significant positive correlation ($r = 69\%$) was found between relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR. Safid Behbahan cultivar produced the highest yield of bulb fresh weight, howevre it had no significant difference with Kamarei Khomain and Dorcheh Esfahan cultivar at 1% level. Regarding our results we recommended Safid Behbahan, Dorcheh Esfahan and Kamarei Khomain cultivars for planting atBehbahan region.

Keywords: Onion, Simple non- structural carbohydrate, Growth analysis, Leaf area index

1 and 2. PhD Student and Professors respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj

3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, karaj
