مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۰، شماره ۴، ۱۳۸۸ (۳۳-۲۳)

تعیین آستانه طول روز و درجه حرارت تجمعی برای تشکیل سوخ و آنالیز رشد رقم‌های پیاز

عبدالستار دارابی[۱]*، عبدالکریم کاشی[۲]، مصباح بابالار[۳] و محسن خدادادی[٤]
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق دکتری و استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴، استاد یار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر-کرج
(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲۹ – تاریخ تصویب: ۸۷/۱۱/۲۹)

چکیده

به منظور تعیین آستانه طول روز و درجه حرارت تجمعی برای تشکیل سوخ و آنالیز رشد رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا آزمایشی به مدت یکسال (۱۳۸۶-۱۳۸۵) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهارتکرار اجرا شد. بذرها در اوایل آبان ماه در خزانه کشت و نشاها در اوایل بهمن ماه به زمین اصلی منتقل شدند. تاریخ تشکیل سوخ به روش نسبت تشکیل سوخ (حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن) محاسبه گردید. در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا آستانه طول روز برای تشکیل سوخ به ترتیب ۱۲ ساعت و ۷ دقیقه (۲۹ اسفند)، ۱۲ ساعت و ۵۲ دقیقه (۲۴ فروردین) و ۱۲ساعت و ۳۵ دقیقه (۱۵ فروردین) و درجه حرارت تجمعی ۱۰۳۶/۳، ۱۳۱۷/۲ و ۹/ ۱۱۷۸درجه روز رشد بود. برداشت سوخ در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و شروع خشک شدن آنها انجام گرفت. نتایج آنالیز رشد مشخص نمود که در همه رقم‌های مورد بررسی مرحله رشد کند تا ۱۳۵ روز بعد از جوانه زدن ادامه داشته و سپس مرحله رشد سریع گیاه آغاز شد. رقم سفید بهبهان شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و سرعت رشد سوخ بیشتری از دو رقم دیگر داشت، به همین دلیل عملکرد ماده خشک سوخ این رقم از سایر رقم‌ها برتر بود. عملکرد تازه سوخ رقم پریماورا برتری معنی‌داری (در سطح ۱٪) بر دو رقم دیگر داشت. با این وجود با توجه به اختلاف بسیار معنی‌دار درصد ماده خشک سوخ رقم‌های مورد مطالعه، عملکرد ماده خشک سوخ این رقم‌ها نیز مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد از لحاظ عملکرد ماده خشک سوخ در هکتار رقم سفید بهبهان بر سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: **پیاز، طول روز، درجه حرارت تجمعی، تشکیل سوخ، آنالیز رشد.**

مقدمه

سابقه کشت پیاز به ۵۰۰۰ سال و یا بیشتر بر می‌گردد. این گیاه برای اولین بار در مناطق کوهستانی تاجیکستان، ازبکستان، شمال ایران، افغانستان و پاکستان کشت و کار شده است (Brewster, 1994). پیاز به دلیل دارا بودن کربوهیدرات، پروتئین، کلسیم، فسفر، آهن، روی و ویتامین‌های گوناگون اهمیت بسزائی در تغذیه انسان دارد (Dini et al., 2008). علاوه بر ارزش غذائی، مطالعات علمی اثرات سلامتی بخش و دارویی قابل ملاحظه این گیاه را اثبات نموده‌اند. پیاز خاصیت

* نویسنده مسئول: عبدالستار دارابی تلفن: ۰۹۱۶-۶۷۱۳۷۴۶ E-mail: darabi6872@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

ضد اکسیداسیون داشته و سلول‌های بدن را از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند، در پیشگیری و یا درمان گرفتگی و سخت شدن رگ‌ها، بیماری‌های عروق کرونری قلب و درمان دیابت مؤثر بوده و رشد سلول‌های سرطانی را متوقف می‌کند (Martinz et al., 2007; parkash et al., 2007). این گیاه با سطح زیر کشت ۴۹۹۵۰ هکتار بعد از گوجه فرنگی بیشترین سطح زیر کشت کشور را (در بین سبزیجات) به خود اختصاص داده است (Anonymous , 2006).

پیاز گیاهی است که دارای چرخه ترموپریودیک (چرخه دمایی) است و برای گلدهی نیاز به ورنالیزاسیون (بهاره سازی) دارد ولی تولید محصول آن طی یک فصل رشد انجام می‌پذیرد. این گیاه دارای برگ‌هایی است که به طور متناوب از یک ساقه تحلیل یافته و کوتاه (طبق) منشأ می‌گیرند. هر برگ شامل دو قسمت، پهنک[1] (ممکن است وجود داشته و یا نداشته باشد) و غلاف[2] (قسمت ذخیره ای) می‌باشد (Lancaster et al., 1996). دو نوع برگ در این گیاه دیده می‌شود، برگ‌های بالغ فتوسنتزی[3] که در آنها پهنک قبل از غلاف رشد کرده و بدلیل اینکه رشد پهنک خیلی بیشتر از غلاف می‌باشد نهایتاً نسبت برگ[4] (نسبت طول پهنک به طول غلاف) به بیشتر از ۵ می‌رسد و برگ‌های ذخیره‌ای داخلی[5] که دراین برگ‌ها، پهنک نمی‌تواند رشد نماید، قسمت غلاف رشد کرده و از غلاف‌های برگ‌های فتوسنتزی طویل‌تر می‌شود و نهایتاً نسبت برگ، به حدود ۰/۵ می‌رسد (DeMason,1990). سوخ اندام رویشی و بخش خوراکی گیاه می‌باشد. در هنگام تشکیل سوخ ابتدا غلاف برگ‌های فتوسنتزی متورم می‌شوند، سپس در برگ‌های ذخیره‌ای داخلی که رشد پهنک متوقف شده غلاف رشد نموده، متورم و ضخیم گشته و سوخ تشکیل می‌شود (Brewster, 1994). برای تعیین زمان تشکیل سوخ پژوهشگران مختلف از شاخص‌های متفاوتی مثل نسبت تشکیل سوخ[6]، نسبت برگ، نسبت وزن خشک غلاف و سوخ به پهنک و توقف ظهور برگ جدید استفاده نموده‌اند (Brewster, 1990; Brewster, 1997).

تشکیل سوخ در پیاز بوسیله عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه کنترل می‌شود. یکی از مهمترین عوامل محیطی درتشکیل سوخ طول روز است. Allard & Garner (1920) برای اولین بار گزارش نمودند که سوخ پیاز در پاسخ به طول روزبلند نمو می‌یابد. بعداً مشخص گردید رقم‌های پیاز را که در عرض‌های جغرافیایی مختلف پرورش می‌دهند بر اساس حداقل طول روز مورد نیاز برای تشکیل سوخ می‌توان به سه گروه روز کوتاه، روز متوسط و روز بلند تقسیم‌بندی نمود (Rubatzky & Yamagucbi, 1997; Shanumugasundra-am, 2001). در سال‌های اخیر Bosch Serra & Currah (2002) رقم‌هایی را که در شمال اروپا کشت می‌شوند خیلی روز بلند نامیده‌اند. درحقیقت واکنش پیاز به طول روز (برای تشکیل سوخ) یک واکنش کمی است که تا حد زیادی تحت تاثیر محیط و منطقه است و بایستی میانگین آن را برای هر رقم و در هر منطقه تعیین نمود. بعضی از رقم‌ها بدون توجه به طول روز در مناطق گسترده‌ای سوخ تشکیل می‌دهند که بی‌تفاوت نامیده می‌شوند(Boyhon, 2005).

عامل محیطی مهم دیگر در تشکیل سوخ دما می‌باشد. معمولاً هر رقم نیاز به دریافت یک حداقل درجه حرارت تجمعی[7] (درجه روز رشد)[8] قبل از تشکیل سوخ دارد و در صورت عدم دریافت حداقل درجه حرارت تجمعی در طول روز بلند نیز قادر به تشکیل سوخ نمی‌باشد. افزایش دما در طول روز القائی (برای تشکیل سوخ) سبب افزایش نسبت تشکیل سوخ خواهد شد. همچنین حداقل طول روز مورد نیاز برای تشکیل سوخ با افزایش دما کاهش می‌یابد، ولی اگر طول روز برای تشکیل سوخ خیلی کوتاه باشد حتی دمای گرم نیز نمی‌تواند سبب تشکیل سوخ شود (Steer, 1980). به منظور تشریح تغییرات در گیاه و شناخت مکانیسم واکنش گیاه به عملیات زراعی می‌توان با اندازه‌گیری دو پارامتر سطح برگ و وزن خشک کل گیاه با فواصل

1. Blade
2. Sheath
3. Adult photosynthetic leaf
4. Leaf ratio
5. Bulb scale
6. Bulbing ratio
7. Thermal time accumulated
8. Growth degree days

Archive of SID

www.SID.ir

زمانی معین رشد را تجزیه و تحلیل نمود. دیگر کمیت‌های تجزیه و تحلیل رشد از طریق محاسبه بدست می‌آیند. از معمولی‌ترین شاخص‌هائی که توسط پژوهشگران مختلف مورد استفاده قرار گرفته اند می‌توان سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص را نام برد (Koocheki & Sarmadnia, 1990).

مطالعات Lancaster et al. (1996) نشان داد که در رقم‌های Early Longkeeper و Pokekohe Longkeeper حداقل طول روز و درجه حرارت تجمعی برای تشکیل سوخ به ترتیب۱۳ ساعت و ۴۵ دقیقه و ۶۰۰ درجه روز رشد بود.

Wickramasinghe et al. (2000) گزارش نمودند که آستانه طول روز برای تشکیل سوخ در رقم‌های Agrifound Dark Red و Red Creole ۱۲ ساعت می‌باشد.

Tei et al. (1996) در انگلستان رشد پیاز رقم Hysum را آنالیز نمودند. وزن خشک اولیه گیاه (۷روز بعد از جوانه زدن) ۴/۴۷ میلی‌گرم و وزن خشک نهائی ۳۱/۶ گرم، سطح اولیه برگ ۰/۷۷ سانتی‌مترمربع و حداکثر شاخص سطح برگ ۳/۲ در ۹۱ روز بعد از جوانه زدن و ۷۸۹ درجه روز رشد بود. سوخ در ۶۳ روز بعد از جوانه‌زنی و ۵۱۳ درجه روز رشد تشکیل گردید. Masiha et al. (1999) رشد دو رقم قرمز آذرشهر و هوراند را آنالیز نمودند. نتایج نشان داد که افزایش وزن خشک سوخ تقریباً مصادف با کاهش وزن خشک پهنک بود. سرعت رشد محصول ابتدا به کندی افزایش و بعد از رسیدن به حداکثر در اواخر دوره رشد گیاه کاهش یافت.

این پژوهش به منظور مشخص کردن آستانه طول روز و درجه حرارت تجمعی مورد نیاز برای تشکیل سوخ و آنالیز رشد دو رقم سفید بهبهان و قرمز ایرانشهر در مقایسه با یک رقم روز کوتاه وارداتی (پریماورا) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

دو رقم سفید بهبهان و قرمز ایرانشهر و یک رقم روز کوتاه وارداتی (پریماورا) در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به مدت یک سال زراعی (۸۶- ۱۳۸۵) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان واقع در ۵ کیلومتری شرق بهبهان با ´۱۴ °۵۰ طول شرقی و ´۳۶ °۳۰ عرض شمالی مورد بررسی قرار گرفتند (جدول۱). محل آزمایش دارای اقلیم نیمه خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر ازسطح دریا ومتوسط بارندگی سالیانه ۳۲۰ میلی‌متر بود. بافت خاک محل آزمایش سیلتی رسی لوم با pH=۷/۲ و هدایت الکتریکی ۳/۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر، میزان کربن آلی خاک ۰/۸۹٪ و فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب ۱۰/۳ و۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت به طول ۵ متر و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۷/۵ سانتی‌متر منظورگردید. بذر گیاهان آزمایشی در تاریخ ۲ آبان در خزانه کشت و در اوایل بهمن ماه نشاها به زمین اصلی منتقل شدند. میزان مصرف کود بر اساس آزمون خاک شامل ۳۲/۵ کیلوگرم P2O5 از منبع سوپرفسفات ترپیل و ۸۵ کیلوگرم K2O از منبع سولفات پتاسیم در هکتار که در هنگام تهیه زمین به طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط گردید. کود نیتروژن لازم نیز به میزان ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در ۳ نوبت، یک سوم آن قبل از کاشت و دوسوم بقیه در دو نوبت بفواصل ۴۵ و ۶۵ روز بعد از نشاکاری به صورت سرک مصرف گردید (Bybordi & Malakouti, 1998). با توجه به اینکه برای آنالیز رشد، در رقم سفید بهبهان ۱۵ نوبت و در رقم‌های قرمز ایرانشهر و پریماورا ۱۴ نوبت نمونه‌برداری انجام شد و در هر نوبت نمونه‌برداری گیاهانی برداشت شدند که در حاشیه قرار نگرفته بودند هنگام رسیدن سوخ در هر کرت آزمایشی ۴ خط باقی ماند، بنابراین برداشت محصول از دو خط وسط هر کرت با حذف نیم متر از بالا و پایین به عمل آمد. درجه حرارت تجمعی (GDD) در مراحل مختلف رشد به کمک رابطه زیر محاسبه گردید:

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

Tmax و Tmin به ترتیب حداکثر و حداقل درجه حرارت روزانه، Tb درجه حرارت پایه (۵/۹ درجه سانتی‌گراد) و n تعداد روزهایی که میانگین درجه حرارت هوا بیشتر از ۵/۹ درجه سانتی‌گراد است (Martinz et al., 2007; Tekalign & Hammes, 2005).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- سامانه‌های مهم هواشناسی دوره رشد

سامانه هواشناسی	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
حداکثر مطلق دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۵	۲۵	۱۸	۲۲	۲۷	۳۴	۴۳	۴۹
حداقل مطلق دما (درجه سانتی‌گراد)	۵	۱	-۱	۳	۵	۷	۱۱	۲۱
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۱/۶۲	۱۲/۱۵	۹/۵۲	۱۳/۵۲	۱۵/۶۵	۲۰/۳۴	۲۹/۲۴	۳۴/۳۷
بارندگی (میلی‌متر)	۱۵	۱۲۲/۳	۳۲/۱	۵۸	۶/۷	۱۳۱/۵	۰	۰

تاریخ تشکیل سوخ با شاخص نسبت تشکیل سوخ (حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن) که به دلیل سهولت و تخریب نشدن گیاه متداول‌ترین روش در مطالعات تشکیل سوخ می‌باشد مشخص گردید. وقتی این نسبت بزرگتر از دو شد به عنوان زمان شروع تشکیل سوخ در نظر گرفته شد (Brewster, 1990). این زمان را می‌توان به کمک یک شاخص تخمین زد. در مراحل اولیه رشد گیاه، نسبت تشکیل سوخ حدود یک می‌باشد. در هنگام تشکیل سوخ قطر آن خیلی سریع افزایش و در نتیجه این نسبت نیز زیاد می‌گردد. یک شاخص حساس، قابل اعتماد و غیر تخریبی برای تخمین شروع تشکیل سوخ، مجموع تجمعی[1] (کاسموس)[2] می‌باشد، در این روش در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، اختلاف تجمعی بین نسبت تشکیل سوخ و یک نسبت تشکیل سوخ در گیاهانی که سوخ درآنها تشکیل نشده (معمولاً حدود ۱/۲) محاسبه می‌گردد. سپس در یک نمودار مجموع تجمعی (کاسموس) نسبت به محور زمان رسم می‌شود. قبل از تشکیل سوخ، نوسانات نسبت تشکیل سوخ قابل ملاحظه نمی‌باشد ولی بعد از تشکیل سوخ این نسبت به سرعت افزایش و در نتیجه کاسموس نیز به سرعت زیاد می‌شود. زمان تشکیل سوخ را می‌توان اولین نقطه‌ای دانست که نمودار کاسموس به سرعت افزایش می‌یابد (Lancaster et al., 1996). 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 وحجم سوخ به اندازه‌ای رسید که امکان تفکیک سوخ از غلاف وجود داشت)، حداکثر قطر سوخ و حداقل قطر گردن (بعد از نشاکاری) 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 (Kahane et al., 2001). سطح پهنک با فرمول زیر تخمین زده شد:

$$LA=\pi lw/2$$

LA: سطح پهنک، l طول قسمت سبز پهنک و
w: بزرگترین قطر پهنک می‌باشد (Tei et al., 1996).

شاخص‌های مهم رشد با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

$$LAI=[(LA2+LA1) / 2](1/GA)$$
$$CGR=(1/GA) (W2-W1) / (T2-T1)$$
$$BGR=(1/GA) (B2-B1) / (T2-T1)$$
$$RGR= (lnW2-lnW1) / (T2-T1)$$
$$NAR=[(W2-W1) / (T2-T1)] \quad X \quad [(lnLA2-lnLA1) / (LA2-LA1)]$$

LAI شاخص سطح برگ، LA1 و LA2 سطح برگ در زمان (T1) و زمان (T2) و GA سطح زمین پوشیده شده توسط گیاه، CGR سرعت رشد محصول بر حسب گرم در روز در مترمربع، W1 و W2 وزن خشک گیاه در زمان (T1) و زمان (T2)، BGR سرعت رشد سوخ بر حسب گرم در روز در مترمربع، B1 و B2 وزن خشک سوخ در زمان (T1) و زمان (T2)، RGR سرعت رشد نسبی بر حسب گرم در گرم در روز و NAR سرعت اسملاسیون خالص بر حسب گرم در روز در مترمربع سطح برگ می‌باشد (Tekalign & Hammes, 2005).

برداشت سوخ در زمان رسیدن فیزیولوژیک، که در ۵۰ تا ۸۰ درصد گیاهان گردن (ساقه دروغی) نرم و در نتیجه برگ‌ها افتاده و خشک شدن آنها آغاز شده بود انجام گرفت (Brewster, 1994). در پایان تجزیه واریانس بر روی صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و میانگین‌ها به روش دانکن مقایسه شدند. برای آنالیز رشد و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

1. Cumulative sums
2. Cusmus

Archive of SID

www.SID.ir

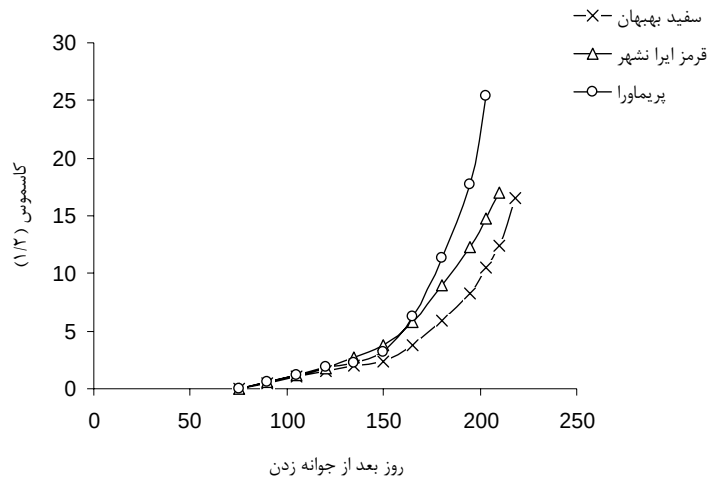
نتایج و بحث

تاریخ تشکیل سوخ

با استفاده از شاخص‌های نسبت تشکیل سوخ و مجموع تجمعی (شکل‌های ۱ و ۲) تاریخ شروع تشکیل سوخ برای رقم‌های قرمز ایرانشهر، پریماورا و سفید بهبهان به ترتیب ۲۹ اسفند، ۱۵ و ۲۵ فروردین ماه تخمین زده شد که در این ایام طول روز به ترتیب ۱۲ ساعت و ۷ دقیقه، ۱۲ ساعت و ۳۵ دقیقه و۱۲ ساعت و ۵۲ دقیقه می‌باشد. پژوهشگران رقم‌هایی را که در طول روز ۱۱تا ۱۳ ساعت تشکیل سوخ می‌دهند روز کوتاه محسوب می‌کنند (Brewster, 1994; Currah, 2002). بر این اساس دو رقم قرمز ایرانشهر و سفید بهبهان نیز همراه با رقم پریماورا روز کوتاه محسوب می‌گردند. البته رقم سفید بهبهان در مرز ۱۳ساعت است و لذا ممکن است روز متوسط محسوب گردد.

زمان فیزیولوژیک تشکیل سوخ

شواهد فراوانی وجود دارد که گیاه پیاز برای تشکیل سوخ، دو آستانه ای می‌باشد و علاوه بر حداقل طول روز به یک حداقل درجه حرارت تجمعی نیز نیاز دارد (Steer, 1980; Lancaster et al., 1996). در این بررسی حداقل درجه حرارت تجمعی برای تشکیل سوخ در رقم‌های قرمز ایرانشهر، پریماورا و سفید بهبهان به ترتیب ۱۰۳۶/۳، ۱۱۷۸/۹ و ۱۳۷۸/۲ درجه روز رشد تعیین گردید.



شکل ۱- تخمین شروع تشکیل سوخ در رقم‌های مورد بررسی

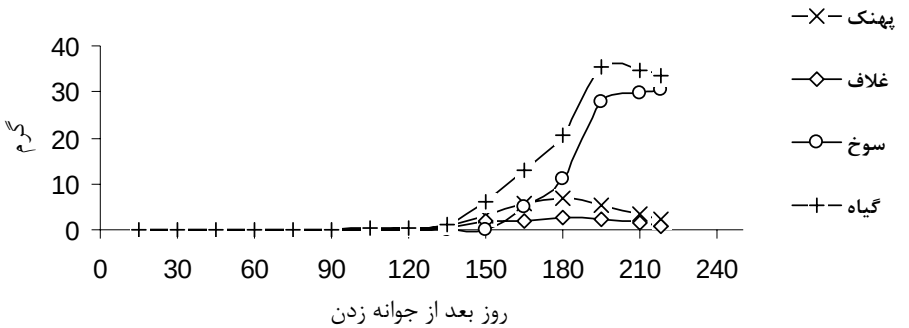
شکل ۲- روند تغییرات نسبت تشکیل سوخ در رقم‌های مورد بررسی

www.SID.ir

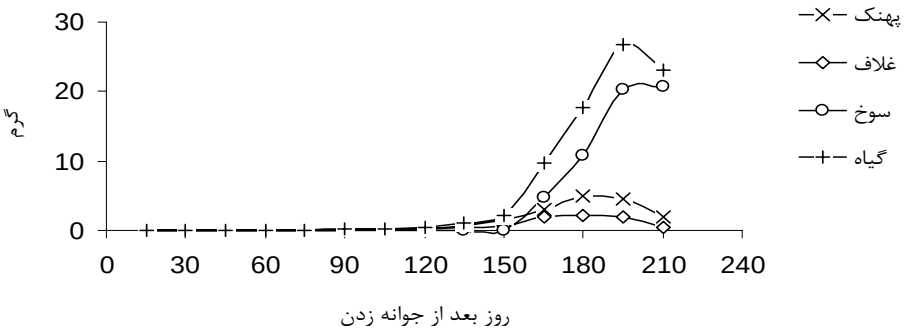
آنالیز رشد

روند تجمع ماده خشک

شکل‌های ۳، ۴ و ۵ روند تجمع ماده خشک را در سه رقم مورد بررسی نشان می‌دهند. وزن خشک رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا در اولین نمونه‌برداری (۱۵ روز بعد از جوانه‌زدن) به ترتیب ۵/۸۸، ۸/۰۸ و ۶/۶۵ میلی‌گرم بود. مرحله رشد کند گیاهان تا ۱۳۵ روز بعد از جوانه‌زدن ادامه داشت که برای رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا به ترتیب برابر با ۱۰۳۶/۳، ۱۰۲۸/۷ و ۱۰۳۰ درجه روز رشد بود. بعد از این مرحله رشد گیاهان به سرعت افزایش یافت و حداکثر وزن خشک در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا (در هنگام رسیدن سوخ) به ترتیب به ۲۶/۸۵، ۳۴/۷۲ و ۲۱/۴ گرم (به ترتیب برابر با ۲۱۸۳/۲، ۲۶۰۳/۲ و ۲۳۷۸/۵ درجه روز رشد) رسید. چنین روندی در مورد تغییرات وزن خشک توسط Brewster (1990) و Tei et al. (1996) نیز گزارش شده است. بعد از این مرحله به علت ریزش پهنک، وزن خشک رقم‌های قرمز ایرانشهر و سفید بهبهان کاهش و این رقم‌ها در ۲۴۸۲/۱ و ۲۸۹۴/۸ درجه روز رشد برداشت گردیدند. کاهش وزن خشک گیاه در اواخر رشد به دلیل ریزش پهنک توسط Tei et al. (1996) نیز گزارش شده است. در رقم پریماورا نیز قبل از برداشت، ریزش پهنک شروع ولی افزایش وزن خشک گیاه (به دلیل رشد سوخ) بیشتر از کاهش آن در اثر ریزش پهنک بود و در نتیجه افزایش وزن خشک گیاه تا هنگام برداشت ادامه داشت. بررسی وزن خشک پهنک و سوخ در نمونه‌برداری‌های مختلف نشان داد که وزن خشک پهنک تا ۱۸۰ روز بعد از جوانه‌زدن افزایش و سپس کاهش یافت. رشد توأم پهنک و سوخ در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا به ترتیب ۴۴، ۲۴ و ۳۰ روز ادامه داشت و تا این هنگام سوخ در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا به.ترتیب به ۷۷، ۳۶ و ۶۰٪ وزن خشک نهائی رسیده بود.



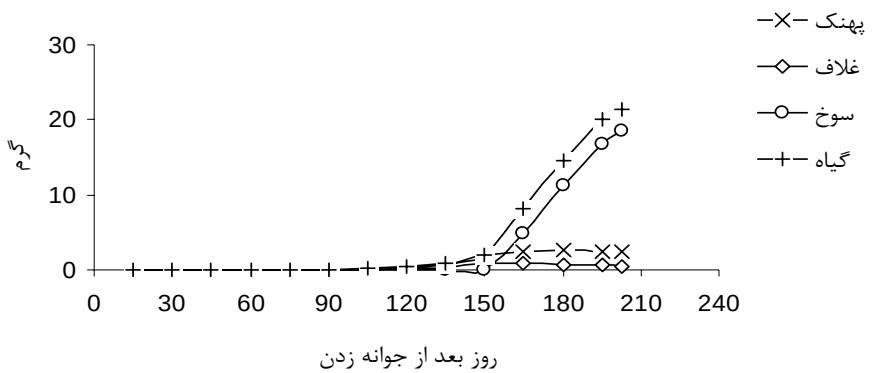
شکل ۳- روند تجمع ماده خشک در گیاه و اندام‌های مختلف آن در رقم سفید بهبهان



شکل ۴- روند تجمع ماده خشک در گیاه و اندام‌های مختلف آن در رقم قرمز ایرانشهر

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- روند تجمع ماده خشک در گیاه و اندام‌های مختلف آن در رقم پریماورا

سرعت رشد نسبی

اگرچه حداکثر سرعت رشد نسبی (۰/۰۵۹ گرم در گرم در روز) در خزانه در رقم سفید بهبهان مشاهده گردید ولی از نظر این شاخص اختلاف این سه رقم قابل ملاحظه نبود. بطور کلی سرعت رشد نسبی هر سه رقم تا سومین دوره نمونه‌برداری (۶۰ـ۴۵ روز بعد از جوانه‌زدن) افزایش و سپس کاهش یافت. علت این کاهش را می‌توان به افزایش رشد و توسعه اندام‌های مختلف و در نتیجه افزایش رقابت بین گیاهان و محدودیت عناصر غذائی و نور در خزانه نسبت داد. Sedighi Dehkordy & Alemzadeh Ansari (2001) نیز چنین روندی را برای سرعت نسبی رشد گوجه فرنگی در خزانه در اهواز گزارش نموده‌اند، ولی حداکثر سرعت رشد نسبی گوجه فرنگی در خزانه (۰/۲ گرم در گرم در روز) نسبت به پیاز بالاتر می‌باشد. بین این مشاهدات و اظهارات Brewster & Suterland (1993) که سرعت رشد نسبی پیاز در مقایسه با سایر محصولات کمتر می‌باشد هماهنگی کامل وجود دارد. همچنانکه Kocheki & Sarmadnia (1990) گزارش نموده‌اند در این بررسی نیز در مراحل اولیه رشد گیاه، سرعت رشد نسبی افزایش و سپس کاهش یافت. Masiha et al. (1999) نیز روند مشابهی را برای سرعت رشد نسبی پیاز گزارش نموده‌اند. حداکثر سرعت رشد نسبی متعلق به رقم سفید بهبهان (۰/۱۰۴ گرم در گرم در روز) بود که از این نظر با رقم قرمز ایرانشهر اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشت ولی ۱۶٪ از رقم پریماورا بیشتر بود. دلیل کاهش این شاخص با افزایش سن گیاه را می‌توان به افزایش سن پهنک‌های خارجی و در نتیجه افزایش بافت‌های ساختمانی که نقشی در فتوسنتز ندارند و در سایه قرار گرفتن آنها دانست (Kocheki et al., 1995). در اواخر رشد گیاه ریزش پهنک در رقم‌های سفید بهبهان و قرمز ایرانشهر سبب گردید که سرعت رشد نسبی منفی شود (شکل۶). منفی شدن سرعت رشد نسبی پیاز در اواخر رشد توسط Rastegar et al. (2006) نیز گزارش شده است.

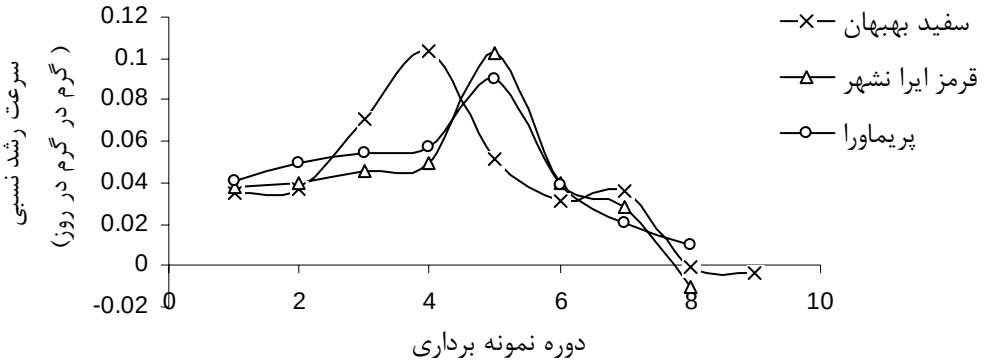
سرعت رشد سوخ و محصول

بیشترین سرعت رشد سوخ (۳۰/۰۳ گرم در روز در مترمربع) در رقم سفیدبهبهان مشاهده شد (شکل۷) که اختلاف معنی‌داری با حداکثر سرعت رشد سوخ در رقم‌های قرمز ایرانشهر و پریماورا (به ترتیب ۱۷/۱۷ و ۱۰/۰۴ گرم در روز در مترمربع) داشت و به نظر می‌رسد همین دلیل افزایش عملکرد (ماده خشک) رقم سفید بهبهان نسبت به دو رقم دیگر بود. سرعت رشد محصول در هر سه رقم مورد بررسی در مراحل اولیه رشد، بدلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن شاخص سطح برگ و در نتیجه جذب کمتر نور توسط گیاه پایین بود (Koocheki et al., 1995). نمو و توسعه سطح برگ سبب افزایش شدید در سرعت رشد محصول گردید. حداکثر سرعت رشد محصول در هر سه رقم همزمان باحداکثر شاخص سطح برگ و نیز حداکثر سرعت رشد سوخ بود. حداکثر این شاخص در رقم سفید بهبهان (۲۶/۰۳ گرم در روز در متر مربع) ملاحظه گردید (شکل۸) که نسبت به حداکثر سرعت رشد محصول در رقم‌های قرمز ایرانشهر (۶۱٪) و پریماورا (۱۲۷٪) بیشتر بود. مشابه با اکثر گیاهان نهایتاً سرعت رشد محصول به

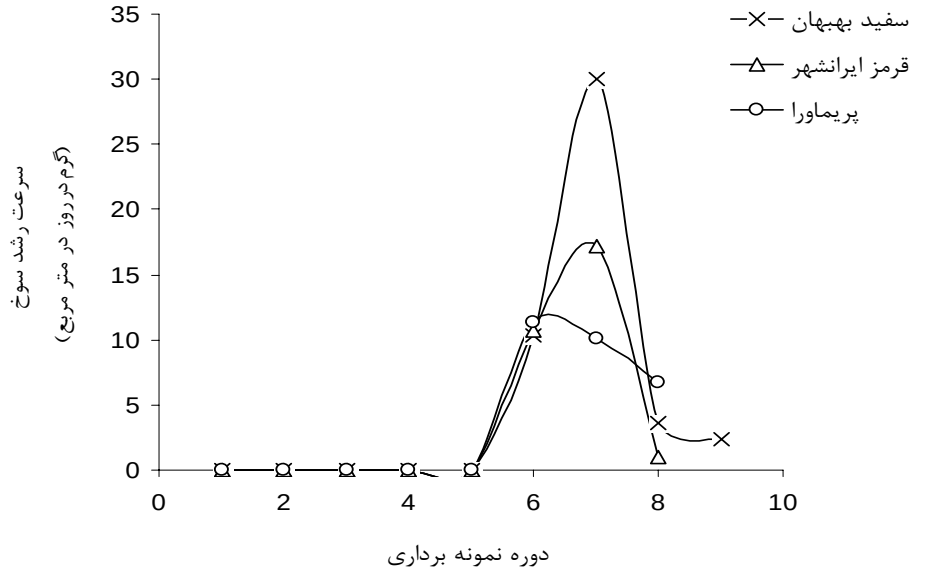
Archive of SID

www.SID.ir

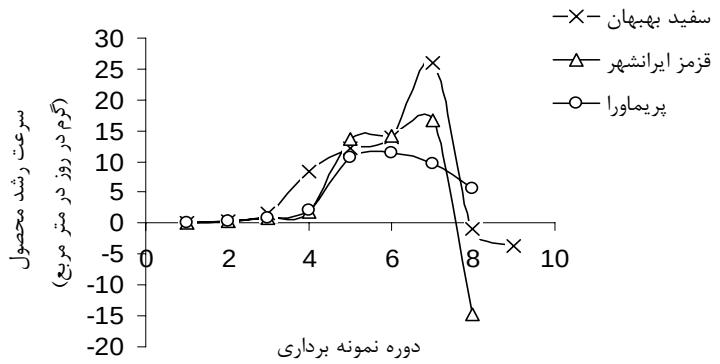
دلیل کم و یا متوقف شدن رشد رویشی، پیری و ریزش پهنک سیر نزولی داشت (Koocheki et al., 1995) و در رقم‌های سفید بهبهان و قرمز ایرانشهر به دلیل پیری و ریزش پهنک منفی گردید. منفی شدن سرعت رشد محصول در گیاهان زراعی دیگر از جمله گندم نیز گزارش شده است (Karimi, 1983).



شکل ۶- روند تغییرات رشد نسبی رقم‌های مورد بررسی بعد از نشاکاری



شکل ۷- روند تغییرات سرعت رشد سوخ رقم‌های مورد بررسی



شکل ۸- روند تغییرات سرعت رشد محصول رقم‌های مورد بررسی

www.SID.ir

سرعت اسمیلاسیون خالص

سرعت اسمیلاسیون خالص کلیه رقم‌ها در خزانه تا دوره سوم نمونه‌برداری (۶۰ ـ ۴۵ روز بعد از جوانه‌زدن) افزایش یافت. حداکثر این شاخص (۳/۵ گرم در روز در متر مربع سطح برگ) به رقم سفید بهبهان تعلق داشت که نسبت به حداکثر سرعت اسمیلاسیون خالص در رقم پریماورا ۲/۱ گرم در روز در مترمربع سطح برگ) برتر بود. اما در مقایسه با حداکثر این شاخص در رقم قرمز ایرانشهر (۴/۳ گرم در روز در مترمربع سطح برگ) اختلاف چندانی نداشت. در چهارمین دوره نمونه‌برداری رقابت نوری و سایه اندازی گیاهان روی همدیگر سبب کاهش این شاخص درخزانه شد. در اولین دوره نمونه‌برداری در مزرعه نسبت به آخرین دوره نمونه‌برداری در خزانه سرعت اسمیلاسیون خالص در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا به ترتیب ۵۶، ۷۶ و ۱۱۳٪ افزایش یافت که دلیل این افرایش، تنش وارده به گیاه در نتیجه نشاکاری (کاهش سطح برگ) بود. به دلیل بیشتر بودن سرعت رشد سطح برگ نسبت به تجمع ماده خشک در دوره دوم نسبت به اولین دوره نمونه‌برداری، این شاخص در همه رقم‌ها کاهش یافت (Kocheki & Sarmadnia, 1999). روند نزولی شدن این شاخص در رقم سفید بهبهان تا دوره دوم و در رقم‌های قرمز ایرانشهر و پریماورا تا دوره چهارم نمونه‌برداری ادامه داشت، که علت این امر را می‌توان به بالا بودن قدرت ترمیم رقم سفید بهبهان در مقایسه با دو رقم دیگر نسبت داد. در رقم‌های سفید بهبهان و قرمز ایرانشهر بعد از صعودی شدن روند این شاخص، سایه اندازی برگ‌ها سبب نزولی شدن این روند تا دوره ششم گردید. در دوره هفتم افزایش سریع وزن خشک سوخ سبب بالا رفتن سرعت اسمیلاسیون خالص در هر سه رقم گردید. بعد از دوره هفتم نمونه‌برداری به دلیل مسن شدن برگ‌ها و کاهش راندمان فتوسنتز سرعت اسمیلاسیون خالص در همه رقم‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (Kocheki et al., 1995). حداکثر سرعت اسمیلاسیون خالص پس از نشاکاری در رقم قرمز ایرانشهر (۱۱/۹۴ گرم در روز در مترمربع سطح برگ) مشاهده گردید. در رقم‌های سفید بهبهان و پریماورا بیشترین سرعت اسمیلاسیون خالص به ترتیب ۱۱/۳۹ و ۹/۸۹ گرم در روز در مترمربع سطح برگ بود (شکل۹).

شاخص سطح برگ

سطح برگ در اولین دوره نمونه‌برداری (۱۵ روز بعد از جوانه‌زدن) در رقم‌های قرمز ایرانشهر، سفید بهبهان و پریماورا به ترتیب۱/۶۷، ۱۹/ ۱و ۱/۹ سانتی‌متر مربع بود. قبل از انتقال نشا به مزرعه سطح برگ رقم‌های مزبور به ترتیب به ۱۳/۳۸، ۱۵/۴۷ و ۱۹/۷ سانتی‌متر مربع رسید. پانزده روز بعد از انتقال نشا به مزرعه (نسبت به قبل از انتقال نشا) سطح برگ این رقم‌ها به ترتیب

شکل ۹- روند تغییرات سرعت اسمیلاسیون خالص رقم‌های مورد بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

۲۴، ۳۱ و ۵۶٪ کاهش یافت. در سومین دوره نمونه‌برداری شاخص سطح برگ (۶۰-۴۵ روز بعد از نشاکاری) به سرعت افزایش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ (۲/۲۹) در رقم سفید بهبهان در دوره نمونه‌برداری هفتم (برابر با ۲۱۸۳/۳- ۱۷۵۴/۸درجه روز رشد) حاصل شد، که نسبت به حداکثر این شاخص در رقم‌های پریماورا (۱/۵۲) و ایرانشهر (۱/۶۴) به ترتیب ۵۱ و ۴۰٪ افزایش داشت. در اواخر دوره رشد در کلیه رقم‌ها به علت پیری و ریزش پهنک این شاخص کاهش یافت (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- روند تغییرات شاخص سطح برگ رقم‌های مورد بررسی

مقایسه عملکرد

نتایج تجزیه واریانس عملکرد تر (تازه) سوخ نشان داد که بین رقم‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. رقم پریماورا با عملکرد ۵۶/۰۶ تن در هکتار نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت (جدول۲). با توجه به اختلاف بسیار معنی‌دار بین درصد ماده خشک سوخ رقم‌های مورد بررسی (جدول۲) عملکرد ماده خشک سوخ نیز مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد از لحاظ عملکرد ماده خشک در هکتار رقم سفید بهبهان نسبت به سایر رقم‌ها در سطح ۵٪ برتری دارد. نتایج آنالیز رشد نیز مبین برتری شاخص‌های رشدی (LAI, CGR, NAR) رقم سفید بهبهان بر دو رقم دیگر بود که این نتایج با گزارشات Rao (1988) که در پیازهای نشا شده در مزرعه رقم‌هایی با عملکرد ماده خشک بالا دارای شاخص‌های رشدی (LAI, CGR, NAR) بیشتری در مقایسه با دیگر رقم‌ها هستند هماهنگ می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد (تر و خشک) سوخ و درصد ماده خشک سوخ رقم‌های مورد بررسی

رقم	عملکرد (تن در هکتار)		درصد ماده
	تر	خشک	خشک
قرمز ایرانشهر	۳۰/۸ c	۴/۶۶ b	۱۴/۳۶ a
سفید بهبهان	۳۷ b	۵/۷۵ a	۱۵/۴۲ a
پریماورا	۵۶/۰۶ a	۴/۱۶ b	۷/۴۳ b

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

REFERENCES

1. Anonymous. (2006). *Agricultural statistics.* Horticultural and agronomic crops. Ministry of Jahad-e-Agriculture. Tehran. Iran. 1 (85. 09). Pp. 63. (In Farsi).
2. Bosch Serra, A. D. & Currah, L. (2002). Agronomy of onion. In: H. D. Rabinowitch and L. Currah (Eds.). *Allium Crop Science: Recent Advanced*. CAB Publishing. UK. Pp. 187-223.
3. Boyhon, G. (2005). *Daylength response the key to onion adaptability*. Vidalia Vegetable News. University of Georgia. Vol. 9(3). 1 p.
4. Brewster, J. L. (1990). Physiology of crop growth and bulbing. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (Eds.). *Onions and Allid Crops. Volume 1. Botany, Physiology and Genetic*. CRC, Press. Boca Raton. Pp. 53-58.
5. Brewster, J. L. (1994). *Onions and other Vegetable Alliums.* CAB International. UK 215. p .
6. Brewster, J. L. (1997). Onions and garlic. In: H.C. Wien (Ed.). *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB International. UK. Pp. 581–619.
7. Brewster, J. L. & 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.
8. Bybordi, A. & Malakouti, M. J. (1998). *The necessity of optimum application of fertilizer for increasing quantitative and qualitative of yield and decreasing nitrate concentration in onion bulbs.* Agricultural education publication. Karaj. Iran. 20 p. (In Farsi).
9. Change, H. S., Yamato, O., Yamasaki, M., Ko, M. & Maede, Y. (2005). Growth inhibitory effect of alk(en)yl thiosulfates derived from onion and garlic in human immortalized and tumor cell lines. *Cancer*

Archive of SID

www.SID.ir

Lettres, 233(1), 47-55.
10. Currah, L. (2002). Onion in the tropics: cultivars and country reports. In: H. D. Rabinowitch and L. Currah (Eds.). *Allium Crop Science:Recent Advanced*. CAB Publishing. UK. Pp. 379-407.
11. DeMason, D. A. (1990). Morphology and Anatomy of Allium. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (Eds.). *Onions and Allid Crops. Volume 1. Botany, Physiology and Genetic*. CRC, Press. Boca Raton. Pp. 27-51.
12. Dini, I., Tenore, G. C. & Dini, A. (2008). Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of *Allium cepa* L. Var. tropeana (red onion) seeds. *Food Chemistry*, 107(2), 613-621.
13. Garner, W. W. & Allard, H. A. (1920). Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *Jounal of Agricultural Research*, 18, 553 -606.
14. Kahane, R., Vaillle, E., Boukema, I., Tzanoudakis, D., Bellamy, C., Chamaux, C. & Kik, C. (2001). Changes in non- structural carbohydrate composition during bulbing in sweet and high-solid onions in field experiments. *Environmental and Experimental Botany*, 45, 72-83.
15. Karimi, M. (1983). Growth analysis based on thermo units. In: Proceedings of *the first Iranian Congress on crop production and breeding. 6-9 Sep. Karaj. Iran.* Pp. 235-252. (In Farsi).
16. Koocheki, A., Rashed Mohassel, M. H., Nasiri, M. & Sadar Abadi, R. (1995). *Physiological of plant growth and development*. Emam Reza University. Mashhad. Iran. 404 p. (In Farsi).
17. Koocheki, A. & Sarmadnia, G. (1999). *Physiology of crop plants*. Jahad- e- Daneshgahi publication. Mashhad University. Iran. 400 p. (In Farsi).
18. Lancaster, J. E., Trigs, C. M., De Ruiter, J. M. & Gander, P. W. (1996). Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. *Annals of Botany*, 78, 423-430.
19. Martinz, M. C., Corzo, N. & Villiamiel, M. (2007). Biological properties of onion and garlic. *Trends in Food Science&. Technology*, 18(12), 609-625.
20. Masiha, S., Mottalebi Azar, A., Shekari, F. & Kazemnia, H. (1999). *Yield comparision and growth analysis of onion cultivars planted by direct sowing and transplant method*. Tabriz University. Iran. 44 p. (In Farsi).
21. Parkash, D., Singh, B. N. & Upadhyay, G. (2007). Antioxidant and free scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). *Food Chemistry*, 102(40), 1389-1393.
22. Rastegar, J., Khodadadi, M. & Mousipoor Gorji, A. (2006). *Investigation on growth pattern of Iranian onion cultivars and landraces based on physiological indices*. Khorasan research center (Mashhad). Iran.37 p. (In Farsi).
23. Rao, N. K. S. (1988). Physiological analysis of growth and yield in onion (*Allium cepa* L.) *Indian Journal of Agricultural Science*, 58(6), 489-491
24. Rubatzky, V. E. & Yamagucbi, M. (1997). *World Vegetables*. (2nd ed.). Chapman and Hall. USA. 417 p.
25. Sedighi Dehkordy, F. & Alemzadeh Ansari, N. (2001). *The determination of growth curve for three tomato cultivars in spring production in Ahvaz condition Climate*. Shahid Chamran University. Ahvaz. Iran. 95 p. (In Farsi).
26. Shanumugasundaram, S. (2001). *Onion cultivasion*. Asian Vegetable Research and Development Center, Learning center. 9 p.
27. Steer, B. T. (1980). The bulbing respon to daylength and temperature of some Australasian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Australian Jornal of Agricultural Research*, 31(3), 511-518.
28. Tei, F., Scaife, A. & 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.
29. Tekalign, T. & 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.
30. Wickramasinghe, U. L., Wright, C. J. & Currah, L. (2000). Bulbing response of two cultivars of red tropical onions to photoperiod, light integral and temperature under controlled growth conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 5, 304-311.

Archive of SID

www.SID.ir