Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (633-644)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.126164.653883

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۶۴۴-۶۳۳)

واکنش عملکرد تک بوتهٔ سوخ، محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی رقم‌های پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) به پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر

موسی ایزدخواه شیشوان[۱]، مهدی تاج بخش شیشوان[۲*]، بهمن پاسبان اسلام[۳] و جلال جلیلیان[٤]
۱، ۲ و ٤. دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳. دانشیار بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۳/۲٦- تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۲/۱۱)

چکیده

به‌منظور ارزیابی واکنش عملکرد تک بوته، محتوای سبزینه (کلروفیل) و غلظت رنگیزه‌های نورساختی (فتوسنتزی) برگ رقم‌های پیاز خوراکی به پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر، این پژوهش در دو سال زراعی (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل پیش‌تیمار (پرایمینگ) در چهار سطح پیش‌تیمار آبی (هیدرو پرایمینگ با آب مقطر، پیش‌تیمار اسمزی (اسموپرایمینگ) با نیترات پتاسیم، پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین ۲ درصد و شاهد، اندازهٔ بذر در سه سطح (ریز، متوسط و درشت) و رقم در دو سطح (قرمزآذرشهر و زرقان) بود. ویژگی‌های عملکرد تک بوته، میزان سبزینه در مرحلهٔ سوخ‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیکی، سبزینهٔ کل، سبزینهٔ *a*، سبزینهٔ *b*، کاروتنوئید و نسبت سبزینهٔ *a/b* بررسی شد. نتایج نشان داد که تأثیر پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر از نظر همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نشان داد. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار بذر موجب بهبود ویژگی‌های عملکرد تک بوته، محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی برگ شد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد تک بوته، سبزینه‌های *a*، *b* و نسبت سبزینهٔ *a/b* به‌ترتیب ۱۹۵/۸۵ گرم، ۳۳/٤۸، ۷/۷۹ میلی‌گرم در گرم وزن تازه و ٤/۳ به پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین تعلق داشت و کمترین آن‌ها از تیمار شاهد به‌دست آمد. همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد تک بوته، سبزینه‌های *a*، *b* و نسبت سبزینهٔ *a/b* به‌ترتیب ۱۸۰/٦٦ گرم، ۲۱/٦۰، ۷/۲۰ میلی‌گرم در گرم وزن تازه و ۳/۹ از بذرهای درشت و کمترین آن‌ها از بذر ریز به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: **افت سبزینه، سبزینهٔ *a*، سبزینهٔ *b*، کاروتنوئید.**

Response of bulb yield per plant, chlorophyll content and photosynthetic pigments concentration of onion (*Allium cepa* L.) genotypes to priming and seed size

Mousa Izadkhah Shishvan[1], Mahdi Tajbakhsh Shishvan[2*], Bahmam Pasbaneslam[3] and Jalal Jalilian[4]
1, 2, 4. Ph.D Student, Professor and Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran
3. Associate Professors of Horticulture and Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran
(Received: Jun. 16, 2015 - Accepted: Mar. 1, 2016)

ABSTRACT

In order to evaluate the response of bulb yield per plant, chlorophyll content and photosynthetic pigments concentration to priming and seed size of onion genotypes a field experiment was conducted in 2012 and 2013 cropping season at Agriculture and Natural Resources Research Center of East Azarbayjan, Iran. The experimental treatments included priming (at four levels: hydro priming, osmopriming (in %2 KNO_3), priming with Folammin amino acid (in 2%) and control (without priming), seed size (at three levels: small, medium and large) and cultivars (at two levels: Red Azarshahr and Zargan). Following characteristics such as bulb yield per plant, chlorophyll content including: bulbing stage, physiological maturity stage, photosynthetic pigments concentration including: chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, carotenoid, total chlorophyll and chlorophyll a/b ratio of onion were studied. Analysis of variance of data showed that all studied characters were significant in 1% level of probability. Results showed that seed priming and seed size improved bulb yield per plant, chlorophyll content and photosynthetic pigments concentration characteristics. The highest bulb yield per plant, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, chlorophyll a/b ratio were obtained from plant that primed with Folammin amino acid 195.85 (g), 33.48, 7.79 (mg/g.FW), 4.3, respectively and the lowest were achieved from control plants. Also mean comparison indicated that the higher values of bulb yield per plant, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, chlorophyll a/b ratio were obtained from large seed size 180.66 (g), 21.60,7.20 (mg/g. FW), 3.9, respectively and the lower of it achieved from small seed size.

Keywords: Chlorophyll *a*, Chlorophyll *b*, Carotenoid, Chlorophyll deficiency.

* Corresponding author E-mail: mahditajbakhshj@yahoo.com Tel: +98 914 341 9825

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) به دلیل داشتن کربوهیدرات، پروتئین، کلسیم، فسفر، آهن، روی و ویتامین‌های گوناگون اهمیت به سزایی در تغذیهٔ انسان دارد، افزون بر ارزش غذایی، بررسی‌های علمی فراوان تأثیر دارویی شایان‌ملاحظهٔ این گیاه را اثبات کرده‌اند و در درمان بیماری‌های عروق کرونری قلب مؤثر است (Martinz *et al.*, 2007). پیاز در جهان ممکن است به سه روش: کشت مستقیم بذر در مزرعه، کشت نشایی و پیازچه‌های کوچک کاشته شود (Izadkhah *et al.*, 2010a). ارزان‌ترین روش استفاده از کشت مستقیم بذر است و در بیشتر مناطق جهان و در جاهایی که طول رشد برای تولید محصول موردنظر کافی است و یا محصول زودرس نیاز ندارند، از آن استفاده می‌شود (Izadkhah *et al.*, 2010b). پیاز سه مرحلهٔ رشد شامل: جوانه‌زنی، رشد برگ و ذخیره‌سازی دارد که مرحلهٔ جوانه‌زنی حساس‌ترین مرحله به سله بستن خاک و حملهٔ بیمارگر (پاتوژن) هاست (Rabinowitch & Brewster, 1992). نخستین مشکلی که در زمینهٔ تولید محصول پیاز در کشت مستقیم بذر مطرح کرد، مشکلات مربوط بـه جوانه‌زنی بذر و استقرار مناسب گیـاه در مزرعه به دلیل ریز بودن بذر آن است. در روش کشت مستقیم بذر به دلیل مدیریت نادرست کشاورزان پیازکار برای بهبود جوانه‌زنی بذر استفادهٔ بی‌رویه از ماسه است، این امر افزون بر بالا بردن میزان انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید در واحد سطح، باعث تخریب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از بین رفتن حاصلخیزی خاک‌های منطقه در درازمدت و درنهایت وارد شدن آسیب و زیان هنگفتی به سرمایهٔ ملی خواهد شد (Izadkhah *et al.*, 2010a). تلاش‌های گسترده‌ای در سه دههٔ اخیر با هدف یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار اولیهٔ گیاهچه در مزرعه در گیاهان زراعی آغاز شده است. از جمله این روش‌ها، استفاده از پیش‌تیمار (پرایمینگ) بذر[1] است. پیش‌تیمار بذر روشی است که بوسیلهٔ آن بذرها پیـش از قرار گرفتن در بستر کاشت و رویارویی با شرایط بوم‌شناختی (اکولوژیکی) محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را پیدا می‌کنند (McDonald, 2000). پیش‌تیمار بذر روشی است که در فرآیند آن اجازهٔ جذب آب به‌صورت کنترل‌شده به بذر پیش از کشت داده می‌شود به‌طوری‌که فعالیت‌های اولیهٔ جوانه‌زنی مانند فعال شدن هورمون‌ها، آنزیم‌ها و محلول شدن مواد غذایی ذخیره‌شده در بذر آغاز شود، اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری شده و سپس بذر خشک می‌شود که تا هنگام کاشت قابلیت نگهداری را داشته باشند (Chang-Zheng *et al.*, 2002; McDonald, 2000). عمل پیش‌تیمار در هر گیاهی ممکن است با هدف‌های خاصی صورت گیرد. برای عمل پیش‌تیمار بذر در پیاز سودمندی‌های چندی از جمله افزایش قوهٔ نامیه، افزایش سرعت جوانه‌زنی در شرایط دمای پائین، افزایش توان جوانه‌زنی در شرایط شوری و خشکی، افزایش یکنواختی سطح سبز مزرعه، افزایش توان جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در شرایط آلودگی قارچی، کاهش نیاز به آب برای سبز شدن، استقرار بهتر و مناسب بوته در واحد سطح و درنهایت افزایش عملکرد سوخ بیان شده است (Rabinowitch & Brewster, 1992; Wien, 1999). پیش‌تیمار بذر به روش‌های مختلف انجام می‌شود که روش‌هایی مانند پیش‌تیمار اسمزی[2]، پیش‌تیمار محیطی و مکانی خاص[3]، پیش‌تیمار آبی[4]، پیش‌تیمار نمکی[5]، پیش‌تیمار دمایی[6]، دمایی[6]، پیش‌تیمار زیستی[7]، درام پرایمینگ[8] و پیش‌تیمار با هورمون‌های رشد گیاهی[9] را می‌توان نام برد (Yarnia *et al.*, 2012). نتایج تحقیقات Devaraju *et al.* (2011) نشان دادند، پیش‌تیمار بذر پیاز با استفاده از مواد اسموزی باعث افزایش وزن پیاز، قطر پیاز، عملکرد تک بوته و عملکرد کل در مقایسه با شاهد شد. نتایج بررسی‌های Yarnia *et al.* (2012)

1. Seed Priming

2. Osmopriming
3. Matric priming
4. Hydropriming
5. Halopriming
6. Thermopriming
7. Biopriming
8. Drum priming
9. Hormone priming

نشان داد که پیش‌تیمار بذر پیاز با استفاده از مواد شیمیایی هورمونی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد شد. نتایج بررسی‌های Dorna *et al.* (2013) نشان داد که بین بذرهای پیش‌تیمارشده و پیش‌تیمارنشدهٔ پیاز تفاوت معنی‌داری از نظر شمار کل بذرهای جوانه‌زده، انرژی جوانه‌زنی، ظرفیت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های غیر عادی و یکنواختی جوانه‌زنی وجود دارد. یکی دیگر از عامل‌های مؤثر بر جوانه‌زنی، اندازهٔ بذر است. اندازهٔ بذر از ویژگی‌های کیفی بذر است که تحت تأثیر عامل‌های ژنتیکی، محیطی (رطوبت، دما، میزان دسترسی به مواد غذایی طول دورهٔ رشد گیاه به‌ویژه در زمان پر شدن و رسیدگی دانه)، موقعیت گیاهان مادری در مزرعه، موقعیت بذرها روی گیاه مادر یا روی محور گل‌آذین قرار می‌گیرد (Tajbakhsh & Ghiyas, 2008). تأثیر اندازهٔ بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نتایج متفاوتی را نشان داده است. بررسی‌های انجام شده در ارتباط با ارزیابی توان گیاهچه، نشان داده که تأثیر اندازهٔ بذر بر سبز شدن، استقرار و درنهایت عملکرد، شایان‌توجه است (Kulakanavar *et al.*, 1989). بین اندازهٔ بذر و رشد اولیهٔ گیاهچه‌ها ارتباط مثبتی وجود دارد (Hampton, 1981). بذرهای کوچک‌تر نسبت به بذرهای بزرگ‌تر نه تنها سریع‌تر جوانه می‌زنند بلکه گیاهچه‌های آن‌ها نیز سریع‌تر سبز می‌شوند (Lafond & Bake, 1986). در گیاه پیاز بین اندازهٔ بذر، درصد جوانه‌زنی، شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه، استقرار اولیهٔ گیاهچه و همچنین عملکردهای کل و اقتصادی همبستگی مثبت وجود دارد (Gamiel *et al.*, 1990). به‌رغم اینکه پیاز بومی ایران است ولی تاکنون در مورد تأثیر و کارایی روش‌های مختلف پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر پیاز بر ویژگی‌های گیاهی رقم‌های پیاز خوراکی در شرایط مزرعه تحقیقی در کشور صورت نگرفته است. هدف از این تحقیق ارزیابی تأثیر پیش‌تیمار بذر پیاز با آب، محلول اسمزی، اسید آمینهٔ فولامین و اندازهٔ بذر بر ویژگی‌های عملکرد تک بوتهٔ سوخ، محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی (فتوسنتزی) برگ رقم‌های پیاز خوراکی در شرایط مزرعه و انتخاب پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر مناسب بذر بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی نتایج اعمال چهار روش، پیش‌تیمار آبی با آب مقطر، پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم ۲درصد، پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین۲درصد و شاهد و سه اندازهٔ بذر ریز، متوسط و درشت و دو رقم پیاز قرمزآذرشهر و زرگان در یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۲-۱۳۹۱) در مزرعهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقهٔ شمالی ارزیابی شدند. محل آزمایش اقلیم نیمه‌خشک (بر پایهٔ روش آمبرژه)، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۹/۳ متر، بیشینه دما ۳۹ درجهٔ سلسیوس، کمینه دما ۲۲/۵- درجهٔ سلسیوس و اقلیم با میانگین ۳۲۱/۵ میلی‌متر بارش‌های آسمانی داشت. بذرهای مورد نیاز از سوی مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال بذر (کرج) تهیه شد. برای درجه‌بندی بذرها از الک‌های استاندارد آزمایشگاهی استفاده و دامنهٔ تغییرپذیری اندازهٔ بذر تعیین شد. بر پایهٔ آزمون جوانه‌زنی اولیه، بذرهای ریز دارای درجهٔ خلوص ۹۲درصد، قوهٔ نامیه ۷۵درصد و وزن هزاردانه ۴/۰۴ گرم، بذرهای متوسط درجهٔ خلوص ۹۷درصد، قوهٔ نامیه ۸۲درصد و وزن هزاردانه ۵/۰۲ گرم و بذرهای درشت درجهٔ خلوص ۹۸درصد، قوهٔ نامیه ۹۶درصد و وزن هزاردانه ۵/۶۸ گرم بودند. مادهٔ فولامین مورد استفاده در آزمایش برحسب تجزیهٔ کارخانهٔ سازنده افزون بر دو عنصر اصلی، نیتروژن آلی (۱۲درصد)، کربن آلی (۳۲درصد)، نسبت نیتروژن به کربن (۲/۶۶) حاوی اسیدهای آمینهٔ آزاد، آلانین (۹/۱)، آرژنین (۶/۴)، اسید آسپارتیک (۵/۶)، سیستئین (۰/۳)، گلایسین (۲/۶)، اسیدگلوتامیگ (۱۰/۵)، هیستیدن (۲/۶)، هیدوسی پرولین (۸/۳)، ایزولوسین (۱/۵)، لوسین (۳/۵)، لیزین (۴/۴)، متیونین (۰/۹۲)، فنل آلانین (۲/۳)، پرولین (۱۳/۸)، سرین (۱/۷۰)، ترئونین (۱)، تریپتوفان (۰/۳۸)، تیروسین (۱/۳۰) و والین (۲/۶) است

(برحسب گرم در ۱۰۰ گرم است). در مرحلهٔ نخست، بذرهای هر یک از رقم‌ها به مدت هشت ساعت در دمای اتاق تحت تیمارهای پیش‌تیمار با محلول‌های نیترات پتاسیم (۲درصد)، اسیدآمینه فولامین (۲درصد) قرار گرفتند و برای انجام پیش‌تیمار آبی بذرها به مدت چهار ساعت در آب مقطر خیسانده و پس از سه روز در رطوبت نسبی۱۰۰درصد نگهداری شده سپس بذرها پس از طی این مدت، ۲۴ ساعت در جریان هوای آزاد قرار داده شدند تا رطوبت سطحی آن‌ها خشک شود. در ادامه بذرهای پیش‌تیمارشده به همراه بدون پیش‌تیمار (شاهد) به‌صورت دستی و روی شیارهای ایجادشده در ردیف‌ها در عمق حدود ۲ سانتی‌متر کشت شدند. هر کرت آزمایشی۶ مترمربع (۳×۲ متر) و ده ردیف کشت داشت، در هر کرت تراکم کشت پیازها پنجاه بوته در مترمربع، فاصلهٔ پیازها روی ردیف ۱۰-۷/۵ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین ردیف‌های کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان کاربرد کود بر پایهٔ آزمون خاک شامل ۱۲۰کیلوگرم سوپر فسفات ترپیل، ۶۰ کیلوگرم سولفات تاسیم در هکتار که در هنگام تهیهٔ زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شد. کود نیتروژنهٔ لازم نیز به میزان ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در۳ نوبت، یک‌سوم آن پس از نخستین وجین و دوسوم دیگر نیز در دو نوبت و پس از پایان دومین و سومین وجین، به‌صورت سرک مصرف شد. به‌منظور مبارزه با تریپس و دیگر آفات از سموم کنفیدوئید و دیازینون به نسبت ۱/۵ و ۱ در هزار استفاده شد. حدود۲۰ روز پیش از برداشت برای متوقف شدن رشد، کاهش رطوبت پیازها و آسانگری در امر برداشت، آبیاری قطع شد. پیازها به مدت ۷ الی ۱۰ روز در برابر آفتاب نگهداری شد تا خشک شوند. در مزرعه ویژگی‌های عملکرد تک بوته، محتوای سبزینه و در آزمایشگاه غلظت رنگیزه‌های نورساختی برگ پیاز اندازهٔ گیری شد.

ویژگی‌های مورد ارزیابی

عملکرد تک بوتهٔ سوخ

از روش وزن کردن شمار سی عدد سوخ به‌طور تصادفی برحسب گرم محاسبه شد (Izadkhah *et al.*, 2009).

شاخص سبزینهٔ برگ پیاز در مزرعه

شاخص سبزینهٔ برگ پیاز در مزرعه بر پایهٔ خواندن دستگاه سبزینه‌سنج (CCM-200 Plus ساخت شرکت Opti-Sciences کشور آمریکا) در زمان تشکیل فیزیولوژیک سوخ و رسیدگی فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد. به‌منظور خواندن سبزینه‌سنج در برگ پیاز نقطهٔ وسط پهنگ برگ استفاده شد. این دستگاه به‌طور خودکار با اندازه‌گیری طیف جذبی در محدودهٔ نور آبی (۶۵۳- ۴۰۰ نانومتر) و در محدودهٔ نور قرمز (۹۳۱- ۶۵۳ نانومتر) میزان سبزینه را به‌صورت غیر تخریبی تعیین می‌کند. به‌منظور کاهش خطا برای هر تکرار سه بار خواندن انجام شد و از میانگین آن‌ها به‌عنوان اندازه‌گیری مربوط به هر تکرار استفاده شد (Richardson *et al.*, 2002). پیش از آغاز هر اندازه‌گیری نسبت به آزمون واسنجی (کالیبراسیون) دستگاه با استفاده از صفحهٔ خواندن استاندارد اقدام کرده و پس از حصول اطمینان از واسنج بودن دستگاه، اندازه‌گیری آغاز می‌شد. همچنین میزان کاهش سبزینه در فرآیند دورهٔ رسیدگی از تفاضل میزان سبزینه در زمان فیزیولوژیک تشکیل سوخ و رسیدگی فیزیولوژیکی سوخ به‌دست آمد.

تشکیل فیزیولوژیک سوخ

زمان آغاز تشکیل سوخ به روش نسبت تشکیل سوخ برآورد شد. در این روش نسبت تشکیل سوخ برابر است با بیشترین قطر سوخ تقسیم بر کمترین قطر گردن، هنگامی که این نسبت از ۲ برابر بیشتر شد به‌عنوان زمان آغاز تشکیل سوخ در نظرگرفته شد (Brewster, 1990).

رسیدگی فیزیولوژیکی سوخ

زمان پلاسیده و توخالی شدن گردن بوته‌ها در نظر گرفته شد. همچنین، هنگامی‌که ۷۰-۸۰ درصد بوته‌های هر کرت این حالت را نشان دادند، به‌عنوان زمان رسیدگی فیزیولوژیکی کل کرت لحاظ شد (Dehdari *et al.*, 2001).

غلظت رنگیزه‌های نورساختی برگ پیاز در آزمایشگاه

برای اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های نورساختی (سبزینه

و کاروتنوییده) از روش Lichtenthaler (1989) استفاده شد. بر پایهٔ این روش ۰/۲ گرم بافت تازهٔ برگی (از قسمت وسط برگ‌های میانی گیاه در مرحلهٔ تشکیل سوخ) با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱گرم وزن و در هاون چینی حاوی ۱۵میلی‌لیتر استون۸۰ درصد ساییده شد. محتوای هاون چینی روی کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۱ که در قیف شیشه‌ای قرار داشت ریخته و صاف شد. سپس محلول با افزودن استون۸۰ درصد به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. ۳ میلی‌لیتر از این محلول که حاوی سبزینهٔ b، a و کاروتنوئیدها (شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها) بود در کووت ریخته شد و شدت جذب آن در طول‌موج‌های ۶۳۲/۲۰ (سبزینهٔ a)، ۶۴۶/۶ (سبزینهb) و ۴۷۰ (کاروتنوئیده) نانومتر با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر)- UV Visible مدل Cary50 ساخت آلمان خوانده شد و برای صفر کردن دستگاه از استون ۸۰درصد استفاده شد و آنگاه غلظت رنگیزه‌های نورساختی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Lichtenthaler, 1987).

$$\text{Chl a (mg/g.fw)} = (12.5\times A663.2)-(2.79\times A646.8)$$

$$\text{Chl b (mg/g.fw)} = (21.51\times A646.8)-(5.1\times A663.2)$$

$$\text{Chl}_T\ (\text{mg/g.fw}) = \text{Chl.}_a + \text{Chl.}_b$$

$$\text{Car (mg/g.fw)} = (1000 \times A_{470})-(1.\ 8 \times \text{chl}_a)-(85.\ 02 \times \text{chl}_b)/198$$

در این رابطه‌ها *Chl a*، *Chl b*، Chl T و Car: به ترتیب غلظت سبزینهٔ a، سبزینهٔ b، سبزینه کل و کاروتنوییدها شامل (کاروتن و گزانتوفیل‌ها) و A663.2، A646.8 و A470 به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ شدت جذب در طول‌موج‌های ۶۶۳/۲ (سبزینهٔ a)، ۶۴۶/۸ (سبزینهٔ b) و ۴۷۰ (کاروتنوئیدها) نانومتر هستند، خوانده شد. نتایج به‌دست‌آمده از اندازهٔ گیری میزان رنگیزه‌های نورساختی برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر (mg/g.Fw) محاسبه و ارائه شد. درنهایت برای تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C استفاده شد. پیش از انجام تجزیهٔ واریانس مرکب آزمون همگنی واریانس خطاهای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد. در تجزیهٔ مرکب، آزمون F برای معنی‌دار بودن منابع تغییر با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات با فرض ثابت بودن اثر تیمارها و تصادفی بودن اثر سال انجام شد و برای مقایسهٔ میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

پیش از انجام تجزیهٔ واریانس مرکب، به‌منظور اطمینان از همگنی واریانس خطاهای آزمایشی، آزمون بارتلت انجام شد. **با** توجه به اینکه میزان آمارهٔ χ^2 محاسبه‌شده از χ^2 جدول کمتر بود در نتیجه فرض صفر رد نشد و بیانگر این است که اختلاف بین واریانس‌ها معنی‌دار نبوده و واریانس‌ها یکنواخت بودند. با توجه به اینکه دمای هوا در سال زراعی ۹۱ در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که زمان استقرار گیاهچه‌های پیاز در زمین اصلی بود بسیار نامناسب‌تر از سال زراعی ۹۲ بود. مجموع شرایط محیطی (دما، بارندگی و مجمع ساعت‌های آفتابی) در سال دوم آزمایش (۹۲) نسبت به سال اول (۹۱) که برای رشد گیاه پیاز در شرایط این آزمایش، مناسب‌تر بود و گیاهچه‌های پیاز رویش مناسبی پیش از سوخ‌دهی داشتند در نتیجه تأثیر سال در همهٔ ویژگی‌های مورد بررسی در این آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این موارد می‌تواند ناشی از تغییر عامل‌های بوم‌شناختی (اکولوژیکی) و اختلاف در شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش باشد که در عمل کنترلی روی آن‌ها وجود ندارد. برای جلوگیری از تکرار، این موضوع در ارائهٔ نتایج مربوط به ویژگی‌های مورد بررسی قید نخواهد شد.

عملکرد تک بوتهٔ سوخ

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد تأثیر عامل‌های اندازهٔ بذر، پیش‌تیمار بذر و رقم‌های پیاز مورد بررسی روی عملکرد تک بوتهٔ سوخ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود بااین‌حال هیچ‌کدام از اثر متقابل (برهمکنش) در رابطه با این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین نتایج دوسالهٔ تیمارها نشان داد بیشترین عملکرد تک بوته از بذر درشت به میزان ۱۸۰/۶۶ گرم در بوته و کمترین

آن از بذر ریز ۱۲۰/۱۵ گرم در بوته به‌دست آمد. در بذرهای درشت به علت استقرار سریع‌تر گیاهان به دنبال جوانه‌زنی زودتر، نورساخت افزایش یافت و در نتیجه تولید و تجمع مادهٔ خشک در واحد سطح از بذرهای ریز و متوسط بیشتر بود (جدول ۳). نتایج مقایسهٔ میانگین دوسالهٔ داده‌ها نشان داد پیش‌تیمار با فولامین با ۱۹۵/۸۵ گرم در بوته بیشترین عملکرد تک بوته را به خود اختصاص داد که در مقایسه با تیمار شاهد ۱۷ درصد افزایش عملکرد داشت (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های Kaur *et al.* (2005) برای گیاه نخود همخوانی دارند. بر پایهٔ نتایج این محققان پیش‌تیمار بذرهای نخود با آب مقطر و مانیتول، عملکرد دانه را به ترتیب ۴۱ و ۷۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد ناشی از تأثیر افزایشی تیمارهای پیش‌تیماری بذر در جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ (پوشش سبز) و در نتیجه افزایش سرعت تجمع مادهٔ خشک بوده است. عملکرد پیاز وابستگی زیادی به گسترش سطح برگ پیش از تشکیل سوخ دارد. بذر درشت و پیش‌تیمار با فولامین به علت داشتن شمار برگ زیاد و تولید مادهٔ غذایی بیشتر، در مدت‌زمان بیشتری از فصل رشد قادر به تجمع میزان بیشتری از مواد ذخیره‌ای در قسمت زیرزمینی خود بودند ولی بذرهای ریز و تیمار شاهد (بودن پیش‌تیمار) به دلیل اینکه در بخشی از فرآیند افزایش مواد ذخیره‌ای تولیدشده را برای رشد رویشی به مصرف رسانده در نتیجه تجمع مواد ذخیره در قسمت زیرین (سوخ) کمتر صورت گرفته، لذا عملکرد آن‌ها پایین‌تر بود. همچنین نتایج مقایسهٔ میانگین دوسالهٔ داده‌ها نشان داد عملکرد تک بوته در رقم قرمز آذرشهر ۱۸۱/۷۹ و در رقم زرقان ۱۵۴/۲۴ گرم در بوته به‌دست آمد (جدول ۳). علت اختلاف عملکرد در رقم‌های پیاز را می‌توان به تفاوت‌های فیزیولوژیکی رقم‌های پیاز در این بررسی و همچنین به شرایط آب و هوایی منطقه نسبت داد (Dehdari *et al.*, 2001; Moosavezadh, 2006).

میزان سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده نشان داد که تأثیر عامل‌های سال، اندازهٔ بذر، تیمار بذر و رقم‌ها بر شاخص سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ در سطح احتمالی ۱ درصد و همچنین اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل پیش‌تیمار بذر× رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسهٔ اثر متقابل اندازهٔ بذر× پیش‌تیمار بذر نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر در هر سه اندازهٔ بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر شاخص سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ داشتند. به‌طوری‌که بیشترین شاخص سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ در بذرهای درشت و پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین به میزان ۳۸/۵۶ و کمترین آن از بذرهای ریز و تیمار شاهد به میزان ۲۶/۹۳ به‌دست آمد (جدول۴). همچنین مقایسهٔ اثر متقابل پیش‌تیمار × رقم نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در رقم‌های مورد آزمایش تأثیر معنی‌دار از نظر شاخص غلظت سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ داشتند. به‌طوری‌که بیشترین آن در رقم آذرشهر و تیمار با فولامین به میزان ۳۹/۹۷ و کمترین آن از رقم زرقان و تیمار شاهد به میزان ۲۹/۰۲ به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج بررسی‌های Jozefvova *et al.* (2003)، Tsialtas & Maslaris (2008) و Van Eerd & Zandstra (2007) نشان می‌دهد که میزان سبزینه و در پی آن اعداد سبزینه‌سنج دستی روش مناسب برای ارزیابی وضعیت نیتروژن کل در گیاه بود که این دو عامل تحت تأثیر میزان نیتروژن مصرفی، مرحلهٔ رشدی موقعیت، سن و ضخامت برگ قرار گرفت.

میزان سبزینه در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، تأثیر عامل‌های سال، اندازهٔ بذر، تیمار بذر و رقم‌های بر میزان سبزینه در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی سوخ در سطح احتمالی ۱ درصد و همچنین اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل پیش‌تیمار × رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسهٔ اثر متقابل اندازهٔ بذر× پیش‌تیمار نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در

هر سه اندازهٔ بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر میزان سبزینه در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی داشتند. به‌طوری‌که بیشترین شاخص سبزینه در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی در بذرهای درشت و پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین به میزان ۳۵/۷۲ و کمترین آن از بذرهای ریز و تیمار شاهد به میزان ۱۸/۸۵ به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین مقایسهٔ اثر متقابل پیش‌تیمار × رقم نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در رقم‌های مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری از نظر شاخص غلظت سبزینه در مرحلهٔ فیزیولوژیک تشکیل سوخ داشتند. به‌طوری‌که بیشترین آن در رقم آذرشهر و تیمار با فولامین به میزان ۳۳/۳۶ و کمترین آن از رقم زرقان و تیمار شاهد به میزان ۲۱/۰۱ به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج همسانی مرتبط با متفاوت بودن واکنش رقم‌های مختلف نسبت به خواندن سبزینه‌سنج توسط (Hoel, 1998) در گندم، (Minotti *et al.*, 1994) در سیب‌زمینی، (Blackmer & Schepers, 1995) در ذرت و (Ma *et al.*, 1995) در سویا گزارش شده است.

افت سبزینه در فرآیند دورهٔ رسیدگی

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر عامل‌های سال، اندازهٔ بذر، تیمار بذر و رقم‌های بر افت سبزینه در فرآیند دورهٔ رسیدگی در سطح احتمالی ۱ درصد و همچنین اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل پیش‌تیمار × رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسهٔ اثر متقابل اندازهٔ بذر× پیش‌تیمار بذر نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در هر سه اندازهٔ بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر افت سبزینه در فرآیند دورهٔ رسیدگی داشتند. به‌طوری‌که کمترین افت سبزینه در طی دورهٔ رسیدگی در بذرهای درشت و پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین به میزان ۲/۸۴ و بیشترین آن از بذرهای ریز و تیمار شاهد به میزان ۸/۱ به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین مقایسهٔ اثر متقابل پیش‌تیمار × رقم نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در رقم‌های مورد آزمایش تأثیر معنی‌دار از نظر افت سبزینه در طی دورهٔ رسیدگی داشتند. به‌طوری‌که بیشترین آن در رقم زرقان و تیمار شاهد به میزان ۸/۱۸ و کمترین آن از رقم آذرشهر و تیمار با فولامین به میزان ۶/۶۶ به‌دست آمد (جدول ۵). مرحلهٔ رسیدگی یا آخرین مرحلهٔ رشد و نمو گیاه و یا پیری برگ است که به‌صورت ژنتیکی و با دقت بسیار زیاد تنظیم می‌شود. این مرحلهٔ نمو گیاهان شامل تغییرهای سوخت‌وسازی (متابولیکی) و فیزیولوژیکی منظمی است که درنهایت به مرگ برگ و یا گیاه منجر می‌شود (Munne-Bosch & Alegre, 2004; Munne-Bosch & Penuelas, 2003). پیری به‌طورمعمول با تغییر رنگی آشکار همراه است، برگ‌های گیاهان پیش از جدا شدن از گیاه از سبز به زرد، نارنجی و قرمز تغییر رنگ می‌دهند (Alberet & Thornber, 1977). پیری برگ به دلیل اینکه طول دورهٔ ساخت مواد غذایی را در گیاهان تعیین می‌کند، یکی از عامل‌های تعیین‌کنندهٔ عملکرد گیاهان است. اگرچه در بیشتر گونه‌ها پیری ناشی از افزایش سن است، اما عامل‌های درونی گیاه مانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و عامل‌های بیرونی می‌توانند بر آغاز پیری و پیشرفت آن تأثیر داشته باشد (He *et al.*, 2005). فرآیند پیری در سطح مولکولی، یاخته‌ای، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بسیار هماهنگ عمل می‌کند و با تغییرپذیری‌های ویژه در ساختمان یاخته، افزایش تشکیل رادیکال‌های فعال اکسیژن[1]، افزایش پراکسیداسیون لیپیدی، از بین رفتن سبزینه و کاهش میزان نورساخت شناسایی می‌شود.

سبزینهٔ *a* و *b*

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، تأثیر عامل‌های سال، تیمار بذر و رقم‌های بر سبزینهٔ *a* و *b*در سطح احتمال ۱ درصد و عامل اندازهٔ بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و همچنین اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار بذر و پیش‌تیمار بذر × رقم در سطح احتمال ۱ درصد بر این ویژگی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسهٔ میانگین بر همکنش اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار بذر نشان داد، بیشترین میزان سبزینهٔ *a* و *b* در بذرهای درشت و تیمار پیش‌تیمار

1. Reactive Oygen Species

بذر با فولامین به‌ترتیب برابر با ۲۶/۱۹ و ۸/۷۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن‌ها از بذرهای ریز و تیمار شاهد به ترتیب برابر ۱۸/۵۶ و ۶/۲۲ میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین مقایسهٔ اثر متقابل پیش‌تیمار بذر × رقم نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر رقم‌های مورد آزمایش تأثیر معنی‌دار از نظر سبزینهٔ *a* و *b* داشتند. به‌طوری‌که بیشترین میزان سبزینهٔ *a* و *b* در رقم آذرشهر و تیمار با فولامین به‌ترتیب برابر ۲۲/۳۶ و ۷/۴۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن‌ها از رقم زرقان و تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ۱۵/۸۴ و ۵/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس مرکب عملکرد تک بوتهٔ سوخ و محتوای سبزینه در تیمارهای آزمایشی

Table1. Combined analysis of variance bulb yield per plant and chlorophyll content of onion in experiment treatments

S.O.V	df	Bulb yield per plant	Chlorophyll content in bulbing stage	Chlorophyll content in physiological maturity stage	Chlorophyll deficit in during maturity period
Year (Y)	1	11132.76**	1455.86**	818.91**	90.93**
R/Year	4	3202.27	354.898	199.53	22.56
Seed size (SS)	2	6357.64**	136.44**	76.71**	8.53**
Seed size × Year	2	58.43ns	53.83ns	30.11ns	3.33nd
Priming (P)	3	15710.90**	524.33**	294.98**	73.34**
Priming × Year	3	847.07ns	143.62ns	80.83ns	1.96ns
Cultivar (C)	1	1708.58**	1174.26**	89.01**	9.89**
Cultivar × Year	1	1006.42ns	244.62ns	22.51ns	1.31ns
Seed size × Priming	6	147.84ns	158.11**	89.18**	9.91**
Seed size × Cultivar	2	1041.76ns	23.24ns	13.06ns	1.45ns
Priming × Cultivar	3	110.78ns	158.53*	89.28*	9.91*
Cultivar × P × SS	6	470.95ns	30.87ns	7.35ns	1.92ns
Year × SS × P × C	6	985.24ns	17.47ns	9.82ns	1.09ns
Error	92	1464.17	43.73	24.61	2.73
CV (%)		22.67	14.3	12.57	19.37

ns: غیر معنی‌دار، * و **: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Non- Significant, * and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

کاروتنوئید

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌های آزمایش نشان داد که تأثیر عامل‌های سال، تیمار بذر و رقم بر غلظت کاروتنوئید در سطح احتمال ۱ درصد و عامل اندازهٔ بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و همچنین اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار در سطح احتمال ۱ درصد و پیش‌تیمار × رقم در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در هر سه اندازهٔ بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر غلظت کاروتنوئید داشتند. به‌طوری‌که بیشترین غلظت کاروتنوئید در بذرهای درشت و تیمار پیش‌تیمار با فولامین به میزان ۱۲/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن از بذرهای ریز و تیمار شاهد به میزان ۷/۷۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین مقایسهٔ اثر متقابل پیش‌تیمار×رقم نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در رقم‌های مورد آزمایش از نظر غلظت کاروتنوئید تفاوت معنی‌دار داشتند، به‌طوری‌که بیشترین غلظت کاروتنوئید در رقم آذرشهر و تیمار پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم به میزان ۱۲/۶۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن رقم زرقان و تیمار شاهد به میزان ۷/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد (جدول ۵).

سبزینهٔ کل

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌های آزمایش نشان داد، تأثیر عامل‌های سال، تیمار بذر و رقم بر سبزینهٔ کل در سطح احتمال ۱ درصد و عامل اندازهٔ بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و همچنین اثر متقابل و اندازهٔ بذر× پیش‌تیمار در سطح احتمال ۱ درصد و پیش‌تیمار × رقم در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ اثر متقابل اندازهٔ بذر × پیش‌تیمار نشان داد روش‌های مختلف پیش‌تیمار در هر سه اندازهٔ بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر سبزینهٔ کل داشتند. به‌طوری‌که بیشترین سبزینهٔ کل در بذرهای درشت و تیمار پیش‌تیمار با اسید آمینهٔ

فولامین به میزان ۳۴/۹۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن از بذرهای ریز و تیمار شاهد به میزان ۲۱/۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسهٔ میانگین بر همکنش پیش‌تیمار بذر × رقم نشان داد که تاثیر روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر بر رقم‌های مورد آزمایش از نظر سبزینهٔ کل معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین سبزینهٔ کل در رقم آذرشهر و تیمار پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم به میزان ۳۲/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین آن در رقم زرقان و تیمار شاهد به میزان ۲۱/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آمد (جدول ۵). ازآنجاکه بیشتر سبزینهٔ کل از سبزینهٔ *a* تشکیل‌شده الگوی رفتاری سبزینهٔ کل در تیمارهای آزمایشی تا حدود زیادی همسان با سبزینهٔ *a* بوده و موارد اختلاف جزئی‌اند.

نسبت سبزینهٔ *a/b*

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده نشان داد، تأثیر عامل‌های سال، اندازهٔ بذر، تیمار بذر و رقم بر نسبت سبزینهٔ *a/b* در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و درحالی‌که هیچ‌کدام از اثرات متقابل (برهمکنش) موجود در منابع تغییرپذیری در رابطه با این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر اصلی اندازهٔ بذر نشان داد، بیشترین میزان نسبت سبزینهٔ *a/b* از بذرهای درشت برابر ۳/۹ و کمترین آن برابر ۲/۹ از بذرهای ریز به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین مقایسهٔ میانگین اثر اصلی روش‌های پیش‌تیمار نشان داد، بیشترین میزان نسبت سبزینهٔ *a/b* برابر ۴/۳ از پیش‌تیمار با مادهٔ فولامین و کمترین آن برابر ۲/۹ از تیمار شاهد به‌دست آمد و همچنین مقایسهٔ میانگین اثر اصلی رقم‌ها نشان داد، بیشترین میزان نسبت سبزینهٔ *a/b* برابر ۳/۸ از رقم آذرشهر و کمترین آن برابر ۲/۵ از رقم زرقان به‌دست آمد (جدول ۳). توجیه نسبت سبزینهٔ *a/b* می‌بایست از روی سبزینه‌های *a* و *b* صورت گیرد. بررسی وضعیت سبزینه‌های *a* و *b* در روش‌های مختلف پیش‌تیمار و اندازهٔ بذر نشان داد، میزان هر دو سبزینه افزایش نشان دادند درحالی‌که میزان آن‌ها در بذرهای ریز و تیمار شاهد کاهش نشان داد، این کاهش در سبزینهٔ *a* بیشتر از سبزینهٔ *b* بود، در نتیجه نسبت سبزینهٔ *a/b* در آن‌ها ثابت و بی‌تغییر مانده است. بررسی میزان سبزینه‌ها نشان داد که میزان سبزینهٔ *a* تأثیر بیشتری در میزان این کسر دارد، اعمال تیمار بذر موجب افزایش این نسبت شد، به‌طوری‌که تیمار بذر با استفاده از مادهٔ فولامین ۲درصد و بذر درشت در مقایسه با تیمار شاهد و بذرهای ریز سبب افزایش نسبت مذبور شده است (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس مرکب غلظت رنگیزه‌های نورساختی برگ پیاز در تیمارهای آزمایش

Table 2. Combined analysis of variance of leaf photosynthetic pigments concentration of onion in experiment treatments

S.O.V	df	Chlorophyll *a*	Chlorophyll *b*	Carotenoid	Total chlorophyll	Chlorophyll a/b ratio
Year (Y)	1	787.04**	82.53**	161.75**	1320.42**	132.41**
R/Year	4	182.36	20.11	39.42	321.79	321.79
Seed size (SS)	2	77.15**	7.73**	15.16*	123.75**	123.75**
Seed size × Year	2	26.91ns	3.03ns	5.95ns	48.57ns	28.57ns
Priming (P)	3	282.50**	29.73**	58.27**	475.64**	175.65**
Priming × Year	3	78.03*	8.14*	15.96*	130.31*	13.31ns
Cultivar (C)	1	560.31**	66.54**	130.42**	164.66**	94.66**
Cultivar × Year	1	143.38*	13.87*	27.19*	221.93*	21.94ns
Seed size × Priming	6	77.87**	8.69**	17.58**	143.49**	13.49ns
Seed size × Cultivar	2	17.76ns	1.32ns	2.58ns	21.07ns	21.07ns
Priming × Cultivar	3	69.03*	8.99*	17.63*	143.84*	12.84ns
Cultivar × P × SS	6	13.84ns	1.75ns	3.43ns	27.99ns	27.99ns
Year × SS × P × C	6	11.13ns	1.22ns	2.39ns	19.57ns	19.57ns
Error	92	24.39	2.48	4.86	39.68	39.68
CV (%)		8.72	22.57	15.06	17.56	12.56

ns: غیر معنی‌دار، * و **: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Non- Significant, * and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های گیاهی مورد بررسی در اندازهٔ بذر، پیش‌تیمار و رقم در دو سال زراعی۹۱ و ۹۲

Table 3. Mean comparison of different plant characteristics of seed size, pre-treatment and cultivar in 2012 and 2013 cropping seasons

Treatment	Bulb yield per plant (g)	Chlorophyll content in bulbing stage (mg g^{-1}fw)	Chlorophyll content in physiological maturity stage (mg g^{-1}fw)	Chlorophyll deficit in during maturity period	Chlorophyll *a* (mg g^{-1}fw)	Chlorophyll *b* (mg g^{-1}fw)	Carotenoids (mg g^{-1}fw)	Total chlorophyll (mg g^{-1}fw)	Chlorophyll a/b ratio
Cropping season									
2011-2012	115.21b	26.13b	19.59b	6.53b	18.66b	6.22a	8.71b	24.89b	3b
2012-2013	170.82a	32.49a	24.37a	8.12a	31.34a	7.74b	10.83a	30.94a	4.1a
Seed size									
Small	120.15c	27.37c	20.52c	6.84a	19.54b	6.51b	9.12b	26.06b	2.9b
Medium	140.24b	30.25b	23.69b	6.56a	21.58a	7.22a	10.10a	28.87a	3b
Large	180.66a	38.35a	32.85a	5.53b	21.60a	7.20a	10.08a	28.06a	3.9a
Priming									
Control	101.40c	25.56d	17.17dc	8.4a	18.26dc	6.09bc	8.52c	3.99dc	2.9c
Hydropriming	133.94bc	26.48c	19.86c	6.6b	19.92c	6.51b	8.82bc	4.92b	3.1b
KNO_3	149.67b	33.44b	27.25b	6.2b	24.43b	7.73a	10.81ab	4.98ab	3.2b
Falommin	195.85a	42.79a	37.59a	5.2c	33.48a	7.79a	10.91a	5.53a	4.3a
Cultivars									
Red Azarshahr	181.79a	39.27a	32.12a	7.19b	28.97a	7.66b	1072a	30.63a	3.8a
Zargan	154.24b	32.44b	22.84b	9.96a	22.03b	8.82a	8.82b	25.20b	2.5b

میانگین‌های، هر ستون و تیمار دارای حرف‌های مشترک بر پایهٔ آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت آماری معنی‌داری نیست.

Mean in each column and treatment with the same letter are not significantly different at 5% of least significant different test.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین مرکب اثر متقابل اندازهٔ بذر و پیش‌تیمار بذر بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک پیاز در تیمارهای آزمایشی

Table 4. Mean comparison interaction effect of seed size× priming on some physiologycal characteristics of onion in experimented treatments

Seed size	Priming	Chlorophyll in bulbing stage (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll in physiological maturity stage (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll deficit in during maturity period	Chlorophyll *a* (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll *b* (mg g^{-1}Fw)	Carotenoid (mg g^{-1}Fw)	Total chlorophyll (mg g^{-1}Fw)
Small	Control	26.93d	18.85dc	8.1a	16.47dc	5.49dc	8.70dc	21.96dc
	Hydropriming	29.91c	22.19c	7.73b	19.64dc	6.55dc	9.17dc	26.19dc
	KNO_3	34.7b	28.42b	5.65ab	21.64abc	7.21c	10.10c	28.85c
	Falommin	36.47a	32.55a	3.92c	18.26dc	6.08dc	8.52dc	24.35dc
Medium	Control	27.91d	21.93dc	6.08a	19.66bcd	6.55dc	9.17dc	26.21dc
	Hydropriming	38.36bc	22.28c	6.19ab	18.41dc	6.14dc	8.59dc	24.55dc
	KNO_3	34.36ab	29.91b	4.85c	23.60ab	7.60abc	10.64abc	30.40dc
	Falommin	35.51a	31.64a	3.87d	25.74a	8.58ab	12.01ab	34.33ab
Large	Control	31.96dc	26.01dc	5.96a	18.65d	6.22dc	7.69d	24.86dc
	Hydropriming	32.42c	26.36c	6.08ab	18.70dc	6.23dc	8.73dc	24.93dc
	KNO_3	35.41b	30.89b	4.52bc	25.07a	8.36ab	11.70ab	33.43ab
	Falommin	38.56a	35.72a	2.84d	26.19a	8.73a	12.22a	34.93a

میانگین‌های در هرستون با حرف‌های همسان به مفهوم نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Mean in each column with the same letter are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan´s Multiple Range Test.

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین مرکب اثر متقابل پیش‌تیمار بذر و رقم بر محتوای سبزینه و رنگیزه‌های نورساختی پیاز در تیمارهای آزمایشی

Table 5. Mean comparison interaction effect of priming × cultivar on chlorophyll content and photosynthetic pigments of onion in experimented treatments

Priming	Cultivar	Chlorophyll in bulbing stage (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll in physiological maturity stage (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll deficit in during maturity period	Total chlorophyll (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll *a* (mg g^{-1}Fw)	Chlorophyll *b* (mg g^{-1}Fw)	Carotenoid (mg g^{-1}Fw)
Control	Red Azarshahr	32.37cd	25.65cd	6.77e	27.57cd	20.68cd	6.90cd	9.65cd
	Zargan	29.02e	21.01e	8.18cd	21.12e	15.84e	5.28e	7.39e
Hydropriming	Red Azarshahr	32.98bc	25.99d	6.89cde	26.16cd	19.62cd	6.54cd	9.16cd
	Zargan	29.57d	21.35cd	8.29b	24.28e	18.21de	6.07de	8.50de
KNO_3	Red Azarshahr	35.81bc	28.25c	7.63ab	36.21a	27.16a	9.06a	12.68a
	Zargan	32.45c	23.56bc	9.01a	25.57cde	19.71cd	6.39cde	8.95cde
Falommin	Red Azarshahr	39.97a	33.36a	6.66dce	32.59ab	24.44ab	8.15ab	11.41ab
	Zargan	36.61b	28.72b	8.07c	29.81bc	23.26bc	70.45bc	10.43bc

میانگین‌های در هرستون با حرف‌های همسان به مفهوم نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Mean in each column with the same letter are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan´s Multiple Range Test.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد، پیش‌تیمار بذر با استفاده از اسید آمینهٔ فولامین ۲درصد نسبت به دیگر روش‌های پیش‌تیمار و اندازهٔ درشت نسبت به دیگر اندازه‌های بذر باعث بهبود عملکرد تک بوتهٔ سوخ و ویژگی‌های محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی شد. تأثیر سودمند پیش‌تیمار و بذرهای درشت بر عملکرد تک بوتهٔ سوخ و ویژگی‌های محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی به سبز شدن و استقرار سریع گیاهچه‌ها، استفادهٔ بهتر از نور، رطوبت خاک، عنصرهای غذایی و تجمع بیشتر مادهٔ خشک در اندام‌های هوایی یا برگ و انتقال آن‌ها به اندام‌های زیرزمینی یا سوخ به‌وسیلهٔ گیاهان حاصل از بذرهای درشت و بذرهای پیش‌تیمارشده نسبت داده شد، و درنهایت باعث افزایش عملکرد تک بوته، محتوای سبزینه و غلظت رنگیزه‌های نورساختی شد. با توجه به آرایش برگ (فیلوتاکسی) پیاز، برگ‌های مرحلهٔ سوخ‌دهی به‌عنوان برگ جوان و به‌طورکلی توسعه‌یافته در مقایسه با برگ‌های مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی برای خواندن سبزینه‌متر مناسب تشخیص داده شد.

REFERENCE

1. Alberet, R. S. & Thornber, J. P. (1977). Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplast of maize. *Plant Physiology*, 59, 351-355.
2. Blackmer, T. & Schepers, J. S. (1995). Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *Journal of Production Agricultural*, 8, 56-60.
3. 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.
4. Chang-Zheng, H., Jin H., Zhi – Yu, Z., Song-Lin, R. & Wen –Jian, S. (2002). Effect of seed priming with mixed –salt solution on germination and physiological characteristics of seedling in rice (*Oryza sativa* L.) under stress conditions. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and life science)*, 28, 175-178.
5. Dehdari, A., Rezai, A. & Mobli, M. (2001). Morphological and agronomic characteristics of landrace varieties of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Science, Technology and Natural Resource*, 5(2), 109-124. (in Farsi)
6. Devaraju, P. J., Nagamani, S., Veere Gowda, R., Yogeesha, H. S., Gowda, R., Nagaraju, K. & Shashidhara, S. (2011). Effect of Chemo Priming on Plant Growth and Bulb Yield in Onion. *International Jornal of Agriculture, Enviroment and Biotechnology*, 4(2), 121-123.
7. Dorna, H., Jarosz, M., Szopinska, D., Szulc, I. & Rosinska, A. (2013). Germanation, vlgour and health of primed *Allium cepa* L. seeds after storage. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 12(4), 43-58.
8. Gamiel, S., Smittle, D.A. & Mills, H.A. (1990). Onion seed size, weight, and elemental content affect germination and bulb yield. *Journal of Horticulturae Science*, 25(5), 522-523.
9. Hampton, J.G. (1981). The extent and significant of seed size variation in New Zealand wheats. *New Zealand Journal of Experimental Agricultural*, 9, 179-183.
10. Ping, H., Mitsuru, O., Masako, T., Takuro, S. & Jun, W. (2005). Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize. *Journal of Experimental Botany*, 56(414), 1117-1128.
11. He, P., Osaki, M. Takebe, M., Shinano, T. & Wasaki, J. (2005). Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize. *Journal of Experimental Botany*, 56(414), 1117-1128.
12. Hoel, B. O. (1998). Use of a hand-held chlorophyll meter in winter wheat: evaluation of diffirent measuring positions on the leaves. *Acta Agricultural Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, 48, 222-228.
13. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., Zardoshti, M.R., Hasnzade, A., Taheri, F., Saber-Rezaie M., Feghnabi F. & Parvizi, S. (2009). Investigation the influence of planting methods on bulb and biologic yield, harvest index and some morphological triats in onion (*Allium cepa* L.). *Online International Journal of Agronomy and Biology*, 2(4), 189-193.
14. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., Zardoshty, M.R. & Hasanzadeh Goratteph, A. (2010_a). Evaluation effects of different planting systems on water use efficiency, relative water content and some plant growth parameters in onion (*Allium cepa* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 2(1), 88-93.
15. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M. & Amernia. R. (2010_b). Effects of different size and age of transplanting of seedling on marketable and biological yield, harvest index and some qualitative characters of long-day and intermediate- day Onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *Journal of Horticulturae Science*, 24(2), 203-215. (in Farsi)

16. Jozefvova, L., Pulkrabek, J. & Urban, J. (2003). Possibility of chlorophyll meter use for sugar beet's nitrogen fertilizing optimization. Dusikateho hnoieni cukr ovkv. [Online]. Available at http://agris.czu.cz (accessed 20 July 200).
17. Kaur, S., Gupta A. K. & Kaur, N. (2005). Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *Journal of Agricultural Crop Science*, 191, 81-87.
18. Kulakanavar, R. M., Shashidhara, S. D. & Kulkanrni, G. N. (1989). Effect of grading on quality of wheat seeds. *Seed Research*, 43, 182-185.
19. Lafond, G. P. & Baker, R. G. (1986). Effects of temperature moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheats. *Journal of crop Science*, 26, 563-567.
20. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*, 148, 350-380.
21. Ma, B. L., Morrison, M. J. & Voldeng, H. D. (1995). Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean. *Crop Science*, 35, 1411-1414.
22. Martinz, M.C., Corzo, N. & Villiamiel, M. (2007). Biological properties of onion and garlic. *Trends in Food Science Technology*, 18(12), 609-625.
23. McDonald, M. B. (2000). Seed priming: In Seed Science and Technology. Sheffield Academic Press. Pp: 468.
24. Minotti, P., Halseth, D. E. & Sieczka, J. B. (1994). Field chlorophyll measurments to assess the nitrogen status of potato varieties. *Journal of Horticulturae Science*, 29, 1497-1500.
25. Moosavezadh, S. A. (2006). *Study geneticdiversity Iranian onion landraces using morphological and molecular*. Ph.D. thesis. University of Tabriz, Iran. (in Farsi)
26. Munne-Bosch, S. Jubany-Mari, T. & Alegre, L. (2001). Drought-induced senescence is characterized by a loss of antioxidant defences in chloroplasts. *Plant Cell and Enviromental*, 24, 1319-1327.
27. Munne-Bosch, S. & Penuelas J. (2003). Photo- and antioxidant protection during summer leaf senescence in Pistscia lentiscus L. grown under Mediterranean field conditions. *Annals of Botany*. 92,385-391.
28. Munne-Bosch, S. & Alegre, L. (2004). Die and let live: leaf senescence contributes to plants survival under drought stress. *Functional Plant Biology*, 31 (3), 203-216.
29. Rabinowitch, H. D. & Brewster, J. L. (1992). Onions and allied crops. CRC. Press, Inc. *Boca Raton. Florida*, 1, 57-60.
30. Richardson, A. D., Duigan, S. P. & Berlyn, G. P. (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*, 153, 185-194.
31. Tajbakhsh, M. & Ghiyas, M. (2008). *Seed ecology*. Urmia Jahad university publication. pp.389. (in Farsi)
32. Tsialtas, J. T. & Maslaris, N. (2008). Sugar beet response to N fertilization as assessed by late season chlorophyll and leaf area index measurements in a semi-arid environment. *International Journal of Plant Production*, 2(1), 57-66.
33. Van Eerd, L. L. & Zandstra, J. W. (2007). Enhancing sugar beet storage quality. Interim report No. ADVO253, Agriculture of Adaptation council. University of Guelph Ridge Town Campus. Agriculture and Agri –Food Canada. P. 2-15.
34. Wien, K. C. (1999). *The physiology of vegetable crops*. CABI Press. New York. Pp: 67.
35. Yarnia, M., Farajzadeh, E. & Tabrizi, M. (2012). Effect of Seed Priming with Different Concentration of GA3, IAA and Kinetin on Azarshahr Onion Germination and Seedling Growth. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(3), 2657-2661.