نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۷۸۵-۷۶۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 4, Winter. 2016, p. 766-785

واکنش شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد و عملکرد خشک سوخ به پیش تیمار و اندازه بذر ژنوتیپ‌های پیاز (*Allium cepa* L.)

موسی ایزدخواه شیشوان[1*]- مهدی تاج بخش شیشوان[2]- جلال جلیلیان[3]- بهمن پاسبان اسلام[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۳

چکیده

برای بررسی اثر پرایمینگ و اندازه بذر بر روند رشد و عملکرد سوخ ارقام پیاز در شرایط مزرعه، این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل پرایمینگ در چهار سطح: هیدرو پرایمینگ با آب مقطر، اسمو پرایمینگ بانیترات پتاسیم، پرایمینگ با استفاده از محلول فولامین دو درصد و شاهد (پرایمینگ نشده)، اندازه بذر در سه سطح: ریز، متوسط و درشت و ارقام در دو سطح: قرمز آذرشهر و زرقان بود. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که پرایمینگ بذر موجب بهبود تجمع ماده خشک، سرعت رشد گیاه زراعی، سرعت جذب خالص، سرعت رشد سوخ، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ شد. از نظر عملکردهای تر، خشک و درصد ماده خشک سوخ نیز اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود و بالاترین عملکردهای تر خشک و درصد ماده خشک به پرایمینگ با فولامین تعلق داشت. براساس نتایج آنالیز رشد بیشترین و کمترین مقادیر شاخص‌های رشد به‌ترتیب در بذور درشت و ریز مشاهده شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بذور درشت از نظر عملکردهای تر، خشک و درصد ماده خشک سوخ نسبت به بذور متوسط و ریز از وضعیت بهتری برخوردار بودند. اثر سودمند پرایمینگ و بذور درشت بر شاخص‌های رشد و عملکرد سوخ به سبز شدن و استقرار سریع گیاهچه‌ها و در نهایت استفاده بهتر از نور، رطوبت خاک و عناصر غذایی به‌وسیله گیاهان حاصل از بذور درشت و بذرهای پرایمینگ شده نسبت داده شد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز رشد، پرایمینگ، تجمع ماده خشک، سرعت آسیمیلاسیون خالص

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) به دلیل دارا بودن کربوهیدرات، پروتئین، کلسیم، فسفر، آهن، روی و ویتامین‌های گوناگون اهمیت به‌سزایی در تغذیه انسان دارد (۱۱). علاوه بر ارزش غذایی، مطالعات علمی فراوان اثر دارویی قابل ملاحظه این گیاه را اثبات نموده‌اند. در درمان بیماری‌های عروق کرونری قلب مؤثر می‌باشد (۴ و ۳۲). پیاز در دنیا ممکن است به سه طریق: کشت مستقیم بذر در مزرعه، کشت نشایی و پیازچه‌های کوچک کاشته شود (۱۱). ارزان‌ترین روش استفاده از کشت مستقیم بذر است و در بیشتر مناطق دنیا و در جاهایی که طول فصل رشد به اندازه کافی طولانی است و یا محصول زودرس مورد نیاز نمی‌باشد از آن استفاده می‌شود (۱۲). اولین مشکلی که می‌توان در راستای تولید محصول پیاز در کشت مستقیم بذر متصور بود، مشکلات مربوط به جوانه‌زنی بذر و استقرار مناسب گیاه در مزرعه به دلیل ریز بودن بذر پیاز است. در روش کشت مستقیم بذر به دلیل مدیریت غلط زارعان پیازکار جهت بهبود جوانه‌زنی بذر پیاز به‌طور بی‌رویه از ماسه استفاده می‌کنند که این امر علاوه بر بالا بردن میزان انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید در واحد سطح باعث تخریب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از بین رفتن حاصلخیزی خاک‌های منطقه در دراز مدت، بالا رفتن میزان تبخیر از سطح خاک، افزایش تعداد دفعات آبیاری در طول دوره رشد گیاه و افزایش شوری خاک‌های منطقه شده در نهایت خسارات هنگفتی به سرمایه ملی می‌زند (۱۱). تلاش‌های گسترده‌ای در سه دهه اخیر با هدف یافتن راه‌کارهای مناسب برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه در مزرعه در گیاهان زراعی آغاز شده است. از جمله این تکنیک‌ها، استفاده از پرایمینگ می‌باشد. پرایمینگ بذر تکنیکی است که به‌واسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آوردند (۲۳). این

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email: ms.izadkhah@gmail.com)
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۴- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

تکنیک برای بهبود سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، استقرار دانهال‌ها و عملکرد مناسب محصول استفاده می‌شود (۳۸). علت تسریع جوانه‌زنی در بذر پرایم شده می‌تواند ناشی از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP و افزایش سنتز RNA و DNA و در نتیجه افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (۲۱). دیواراجو و همکاران (۵) در تحقیقات خود نشان دادند که پیش تیمار بذر پیاز با استفاده از مواد اسموتیک باعث افزایش وزن پیاز، قطر پیاز، عملکرد تک بوته و عملکرد کل در مقایسه با شاهد گردید. یارنیا و همکاران (۴۰) در مطالعات خود نشان دادند که پیش تیمار بذر پیاز با استفاده از مواد شیمیایی هورمونی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد گردید. دورنا و همکاران (۶) در بررسی‌های خود نشان دادند که بین بذور پرایم شده و پرایم نشده پیاز تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد کل بذور جوانه زده، انرژی جوانه‌زنی، ظرفیت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های غیرنرمال و یکنواختی جوانه‌زنی وجود دارد. ماده فولامین علاوه عنصر ازت حاوی ۱۹ اسید آمینه آزاد می‌باشد، که نیتروژن موجود در آن نقش مهمی در رشد و نمو و فیزیولوژی گیاه دارد و یکی از اجزای تشکیل‌دهنده آمینو اسیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک است که در ساختار کلروفیل و ATP به‌کار رفته و بیش از سایر عناصر در تغذیه گیاه مصرف می‌شود (۱۳ و ۳۳). سینگ (۳۲) در تحقیقات خود نشان داد که مصرف نیتروژن کافی در گل مریم (*Polianthes tuberose*) باعث افزایش تعداد برگ، گلچه و سوخک و طول سنبله شد. اسیدهای آمینه آزاد موجود در فولامین با تأثیر بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، فعالیت میتوکندری‌ها، مقاومت به تنش‌های محیطی، غلظت کلروفیل و در نتیجه تأثیر بر فتوسنتز بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می‌شوند (۳۵). گلوتامیک اسید موجود در فولامین می‌تواند به‌عنوان عامل اسموتیک سیتوپلاسم در سلول‌های محافظ روزنه بر باز و بسته شدن روزنه‌ها تأثیرگذار باشد (۳۹). مطالعات فاتن و همکاران (۷) نشان داد اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند. یکی دیگر از فاکتورهای مؤثر بر جوانه‌زنی، اندازه بذر می‌باشد. اندازه بذر از خصوصیات کیفی بذر است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی، موقعیت گیاهان مادر در مزرعه، موقعیت بذرها روی گیاه مادر یا روی محور گل آذین قرار می‌گیرد (۳۴). تأثیر اندازه بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نتایج متفاوتی را نشان داده است. بین اندازه بذر و رشد اولیه گیاهچه‌ها ارتباط مثبتی وجود دارد (۹). بذور کوچک‌تر نسبت به بذور بزرگ‌تر نه تنها سریع‌تر جوانه می‌زنند بلکه گیاهچه‌های آنها نیز سریع‌تر سبز می‌شوند (۲۰). اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن ندارد (۲۶). در گیاه پیاز بین اندازه بذر، درصد جوانه‌زنی، شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه، استقرار اولیه گیاهچه و همچنین عملکردهای کل و اقتصادی همبستگی مثبت وجود دارد (۸). برای درک بیشتر مبانی فیزیولوژیکی عملکرد گیاهان زراعی نیاز به بررسی کمی مؤلفه‌های رشد جامعه گیاهی می‌باشد. مجموع روش‌هایی که به منظور بررسی کمی مؤلفه‌های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند به آنالیزهای رشد معروف می‌باشند. مهمترین شاخص‌های رشد که در گیاهان کاربرد فراوان دارد شامل سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت آسیمیلاسیون خالص می‌باشند (۱۵ و ۱۹). نسرین و همکاران (۲۵) گزارش نمودند که سرعت رشد محصول در ابتدای رشد پیاز افزایش و در ۶۰ تا ۷۵ روز بعد از نشاکاری به بیشترین مقدار رسید و سپس تا روز ۱۰۵ بعد از نشاکاری به سرعت کاهش یافت، حداکثر سرعت رشد نسبی در اوایل رشد و نمو مشاهده سپس با افزایش سن گیاه کاهش یافت. سرعت رشد نسبی پیاز در مقایسه با سایر گیاهان کمتر می‌باشد به‌طوری‌که در مرحله رشد سریع و در دمای نزدیک به اپتیمم سرعت رشد نسبی پیاز در حدود نصف کلم بهاره (*Brassica oleracea*) و کاهو (*Lactuca sativa*) می‌باشد (۳). رحمان و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که پس از نشاکاری در مزرعه، در اوایل دوره رشد و نمو سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت آسیمیلاسیون خالص افزایش و پس از رسیدن به حداکثر، این شاخص‌ها در مراحل بعدی نمو کاهش یافت. به‌رغم اینکه پیاز بومی ایران است ولی تاکنون در مورد تأثیر و کارایی روش‌های مختلف پیش تیمار و اندازه بذر پیاز، بر شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام پیاز خوراکی در شرایط مزرعه تحقیقی در کشور ما صورت نگرفته است. هدف از این تحقیق ارزیابی اثر پرایمینگ بذر پیاز با آب، محلول اسمزی، فولامین و اندازه بذر بر روند رشد و عملکرد تر و خشک سوخ، ارقام پیاز در شرایط مزرعه و انتخاب پیش تیمار و اندازه بذر مناسب بذر بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی چهار روش پرایمینگ (هیدروپرایمنگ با آب مقطر، پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۲٪، پرایمینگ با فولامین ۲٪ و شاهد (بدون پرایم) و سه اندازه بذر (ریز، متوسط و درشت) و دو رقم پیاز (قرمز آذرشهر و زرقان) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی (۱۳۹۱-۱۳۹۰) در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی با طول جغرافیایی۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی مورد بررسی قرار گرفتند. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه خشک (براساس روش آمبرژه)، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۹/۳ متر، حداکثر دما ۳۹ درجه سانتی‌گراد، حداقل دما ۲۲/۵- درجه سانتی‌گراد و دارای اقلیم با متوسط حدود ۳۲۱/۵ میلی‌متر نزولات آسمانی بود.

بذور مورد نیاز از طریق موسسه نهال بذر کرج تهیه گردید. برای درجه‌بندی بذور از الک‌های استاندارد آزمایشگاهی استفاده و دامنه تغییرات اندازه بذر تعیین گردید. جهت اطمینان از مرغوبیت بذرها تست مربوط به سنجش قوه نامیه بذور پیاز انجام شد که قوه نامیه بذور ریز ۷۵٪، بذور متوسط ۸۲٪ و بذور درشت ۹۶٪ به‌دست آمد. فولامین مورد استفاده در آزمایش برحسب آنالیز کارخانه سازنده علاوه بر دو عنصر اصلی، ازت آلی (۱۲٪)، کربن آلی (۳۲٪)، نسبت ازت به کربن (۲/۶۶) حاوی اسیدهای آمینه، آلانین (۹/۱)، آرژنین (۶/۴)، اسید آسپارتیک (۵/۶)، سیستئین (۰/۳)، گلایسین (۲/۶)، اسیدگلوتامیگ (۱۰/۵)، هستیدن (۲/۶)، هیدوسی پرولین (۸/۳)، ایزولوسین (۱/۵)، لوسین (۳/۵)، لایزین (۴/۴)، میتیونین (۰/۹۲)، فنل آلانین (۲/۳)، پرولین (۱۳/۸)، سرین (۱/۷۰)، ترونین (۱)، تریپتوفان (۰/۳۸)، تریوسین (۱/۳۰) و والین (۲/۶) می‌باشد (مقادیر برحسب گرم در ۱۰۰ گرم می‌باشد). در مرحله اول، بذور هر یک از ارقام به مدت ۸ ساعت در دمای اتاق تحت تیمارهای پرایمینگ با محلول‌های نیترات پتاسیم (۲٪)، فولامین (۲٪) قرار گرفتند و برای انجام پیش تیمار هیدروپرایمینگ بذور به مدت چهار ساعت در آب مقطر خیسانده و بعد سه روز در رطوبت نسبی ۱۰۰٪ نگهداری شده سپس بذور بعد از طی این مدت‌ها، ۲۴ ساعت در جریان هوای آزاد قرار داده شدند تا رطوبت سطحی آنها خشک گردد. در ادامه بذور پرایم شده به همراه تیمار بدون پرایمینگ (شاهد) به‌صورت دستی و روی شیارهای ایجاد شده در ردیف‌ها در عمق حدوداً دو سانتی‌متر کشت شدند. هر کرت آزمایشی شش متر مربع (۳×۲ متر) و دارای ۱۰ ردیف کشت بود که در هر کرت، تراکم کشت پیازها ۵۰ بوته در مترمربع، فاصله پیازها بر روی ردیف ۱۰-۷/۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌های کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود براساس آزمون خاک شامل ۱۲۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و کود نیتروژنه لازم نیز به میزان ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در هکتار که به‌صورت سرک مصرف شد. 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 اواسط مرداد ماه که وزن و حجم سوخ به اندازه‌ای رسید که امکان تفکیک سوخ از غلاف وجود داشت) یادداشت شد. تاریخ شروع تشکیل سوخ به روش نسبت تشکیل سوخ تخمین زده شد. در این روش نسبت تشکیل سوخ برابر است با حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن و وقتی این نسبت از دو برابر بیشتر شد به‌عنوان زمان شروع تشکیل سوخ در نظر گرفته می‌شود (۲). برای تجزیه و تحلیل رشد جوامع گیاهی پیاز در هر یک از واحدهای آزمایشی شاخص سطح برگ[1](LAI)، سرعت رشد محصول[2](CGR) سرعت رشد سوخ[3](BGR)، سرعت رشد نسبی گیاه[4](RGR)، سرعت آسمیلاسیون خالص[5](NAR) براساس سطح برگ و وزن ماده خشک کل محاسبه و یا برآورد شدند. لازمه تجزیه و تحلیل رشد تنها اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل زمانی مکرر است (۱۹). در این تحقیق از درجه روز رشد[6](GDD) به جای تقویم زمانی برای تخمین طول مراحل فنولوژیک، استفاده شد. برای محاسبه GDD در طول دوره رشد پیاز از رابطه (۱) استفاده شد:

$$GDD = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{(T\,max + T\,min)}{2} \right] - Tb \qquad (۱)$$

که در آن Tmax و Tmin به‌ترتیب بیشینه و کمینه دمای روزانه، Tb دمای پایه (۵/۹ درجه سلسیوس) و n تعداد روزهایی که میانگین دمای هوا بیشتر از ۵/۹ درجه سلسیوس است (۲۲ و ۳۷). سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از فرمول LA=πlw/2 تخمین زده شد که در آن π عدد ۳/۱۴، LA سطح پهنک، l طول قسمت سبز پهنک و w بزرگترین قطر پهنک می‌باشد (۳۶). پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون الکتریکی نگهداری و سپس برای برآورد وزن خشک مجدداً توزین شدند (۱۴). برای رسم نمودارهای شاخص‌های رشد از روش نمایی مندرج در جدول ۱ استفاده شده است (۱۵، ۱۹و ۳۷). به منظور تعیین روابط بین وزن خشک کل و شاخص سطح برگ با درجه روز رشد معادله‌های ریاضی متعددی مورد مطالعه و آزمون قرار گرفتند. در نهایت معادله پلی نومیال درجه سوم که ضریب تشخیص آن برای تیمارهای مورد بررسی از ۹۲ تا ۹۹ درصد بود به‌عنوان بهترین توجیه‌کننده تغییرات شاخص‌های رشد بر حسب تغییرات درجه حرارت روز رشد شناخته شد (جدول ۱). ضرایب این معادلات برای تیمارهای مختلف پرایمینگ و اندازه بذر در متن نمودارها آمده است. شایان ذکر است برای رسیدن به بهترین درجه چند جمله‌ای برای برازش داده‌های رشد از روش رگرسیون استفاده شد.

در معادلات پلی نومیال جدول ۱ وزن خشک کل و شاخص سطح برگ (به‌عنوان متغیرهای وابسته) و x درجه حرارت روز رشد GDD (به‌عنوان متغیر مستقل)، a، b، c و d به‌عنوان ضرایب معادلات پلی نومیال، LA_1 و LA_2 سطح برگ در زمان (T_1) و زمان (T_2) GA سطح زمین پوشیده شده توسط گیاه (کانوپی)، W_1، W_2 وزن خشک گیاه در زمان (T_1) و زمان (T_2)، ΔDM تغییرات وزن خشک اندام هوایی و زمینی، ΔGDD تغییرات درجه حرارت بر حسب درجه روز

1- Leaf area index

2- Crop growth rate
3- Bulb growth rate
4- Relative growth rate
5- Net assimilation rate
6- Growth Degree Days

رشد، ΔBD تغییرات وزن خشک سوخ می‌باشند (۴۱).

جدول ۱- روابط ریاضی برای بر آورد شاخص‌های فیزیولوژیک رشد

Table 1- Mathematical relationships to estimation of growth physiological indices

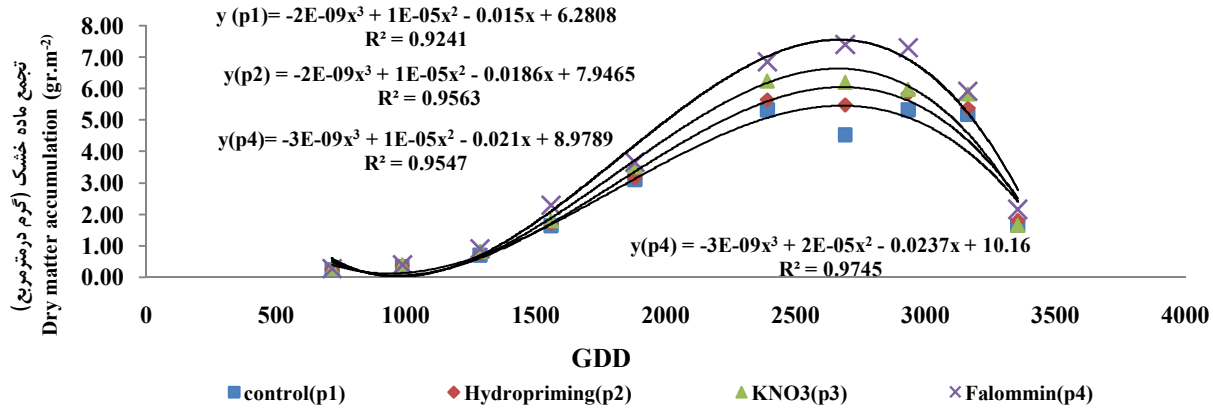
شاخص‌های فیزیولوژیک رشد Growth physiological indices	نماد symbol	واحد Unit	معادله Equation
وزن خشک کل Total dry matter	TDM	$g.m^{-2}.GDD$	$Polynomial(a+bx+cx^2+dx^3)$
شاخص سطح برگ Leaf area index	LAI	-	$Polynomial(a+bx+cx^2+dx^3)$
سرعت رشد محصول Crop growth rate	CGR	$g.m^{-2}.GDD$	$\Delta DM/\Delta GDD\times(1/GA)$
سرعت رشد نسبی Relative growth rate net	RGR	$g.g^{-1}$ GDD	$1/DM\times\Delta DM/\Delta GDD$
سرعت آسمیلاسیون خالص Assimilation rate	NAR	$g.m^{-2}.GDD$	$[(W_2-W_1)/(T_2-T_1)]\times[(\ln LA_2-\ln LA_1)/(LA_2-LA_1)]$
سرعت رشد سوخ Bulb growth rate	BGR	$g.m^{-2}.GDD$	$1/GA\times\Delta BD/\Delta GDD$

در نهایت برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

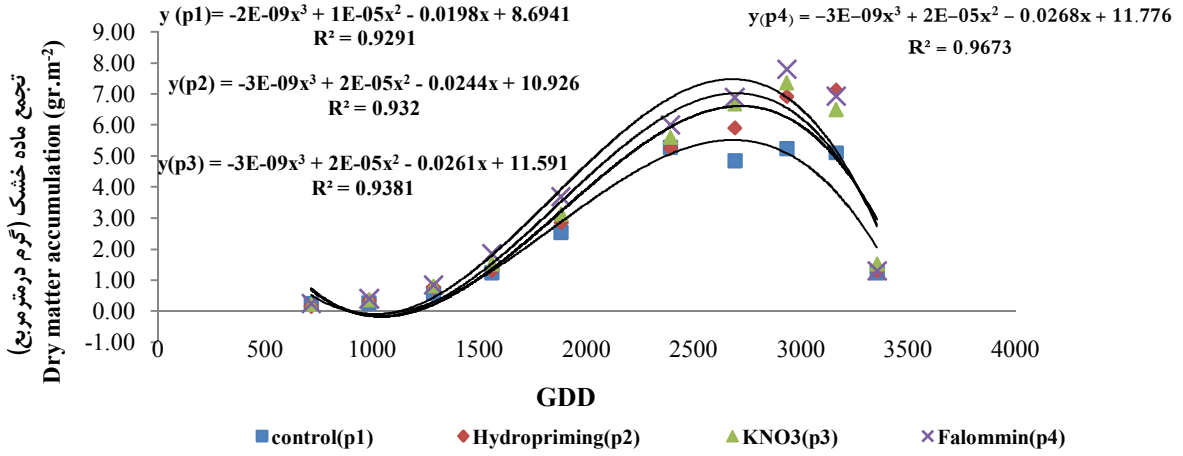
تجمع ماده خشک

منحنی‌های پیش‌بینی تغییرات وزن خشک پیاز نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت تا برداشت برای تیمارهای مختلف نشان داد که روند افزایش وزن خشک پیش تیمار و اندازه‌های مختلف بذر به‌صورت منحنی سیگموئیدی بود (شکل‌های ۱ و ۲). بررسی میزان ماده خشک تولید شده نشان داد که بین تیمارهای پرایمینگ و اندازه‌های مختلف بذر در ارقام مورد بررسی اختلاف زیادی وجود دارد. رقم قرمز آذرشهر در تیمار پرایمینگ با فولامین تجمع ماده خشک در حدود ۲۶۹۰ درجه - روز رشد افزایش بعد تا ۲۹۳۲ درجه - روز رشد ثابت سپس کاهش نشان داد و در رقم زرقان تیمار پرایمینگ با فولامین تجمع ماده خشک در حدود ۲۹۳۲ درجه - روز رشد افزایش بعد کاهش نشان داد، در تیمار پرایمینگ با فولامین به علت تحریک رشد و استفاده بهینه از منابع، ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید شد و این اختلاف با افزایش درجه- روزهای رشد بیشتر شد. تیمارهای هیدرو پرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم در هر دو رقم اختلاف چندانی با هم نداشتند (شکل‌های ۱ و ۲). از بین تیمارهای مورد آزمایش، کندترین و در عین حال کمترین ماده خشک تولیدی به تیمار شاهد تعلق داشت. براساس معادلات به‌دست آمده تغییرات وزن خشک پیاز به‌صورت یک تابع نمایی است و روند افزایش وزن خشک در تیمار پرایمینگ با فولامین تا حدود ۲۹۳۲ و تیمارهای هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۲۳۹۰ درجه- روز رشد در حال افزایش بود و پس از آن، شروع به کاهش نمود. وجود رابطهٔ نمایی بین وزن خشک و درجه روزهای رشد در گیاهان زراعی دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است (۲۸). آندرسون و همکاران (۱) نیز چنین روندی را برای تجمع ماده خشک جو بهاره (*Hordeum vulgare*) گزارش کردند. تجمع ماده خشک در اندازه‌های مختلف بذر برای ارقام قرمز آذرشهر و زرقان در بذور درشت به‌ترتیب در محدوده ۲۹۳۲ و ۳۱۶۲ درجه روز رشد افزایش ولی پس از آن تا انتهای دوران رشد، تجمع ماده خشک کاهش یافته است. چنین روندی به دلیل افزایش تدریجی و فزایندهٔ جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت ماده خشک در گیاهان است. به‌طوری‌که با گذشت زمان، سرعت تجمع ماده خشک پس از رسیدن به حد نهایی خود با پیر شدن برگ‌ها کاهش می‌یابد. از بین اندازه‌های مختلف بذر مورد آزمایش، کندترین و در عین حال کمترین ماده خشک تولیدی به بذر ریز تعلق داشت (شکل‌های ۳ و ۴). سبز شدن زودتر گیاهچه‌ها در مزرعه با تسریع در بسته شدن کانوپی گیاهی از عوامل اساسی در بهبود عملکرد است (۲۹ و ۳۰). این موضوع در شرایطی که دوره رشد کوتاه است و تنش‌های محیطی (سرما، گرما و خشکی) به‌ویژه در اوایل فصل، رشد و نمو گیاهان را محدود کند، بیشتر صادق است.



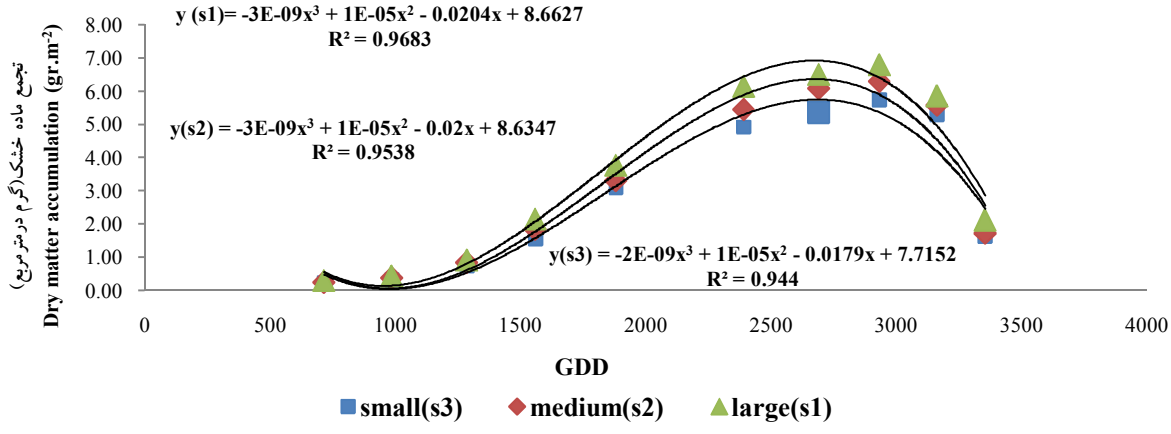
شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک پیاز قرمز آذرشهر در پیش تیمارهای مختلف بذر

Figure 1- in dry matter accumulation of onion RedAzarshshar cultivar in different seed priming Trend of variation



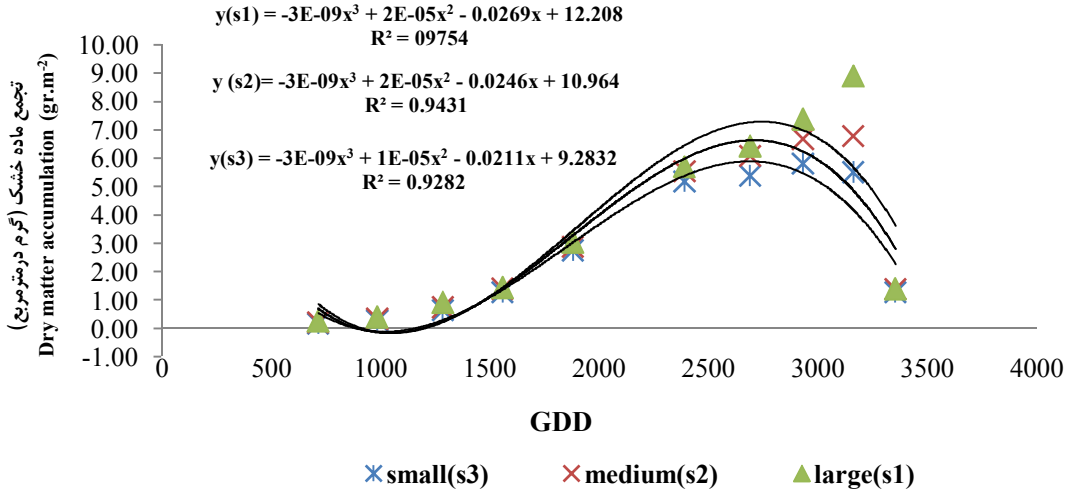
شکل ۲- روند تغییرات ماده خشک پیاز زرقان در پیش‌تیمارهای مختلف بذر

Figure 2- Trend of variation in dry matter accumulation of onion Zargan cultivar in different seed priming



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم قرمز آذرشهر

Figure 3- Trend of varation in dry matter accumulation of onion RedAzarshshar cultivar in different seed size



شکل ٤- روند تغییرات ماده خشک در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان

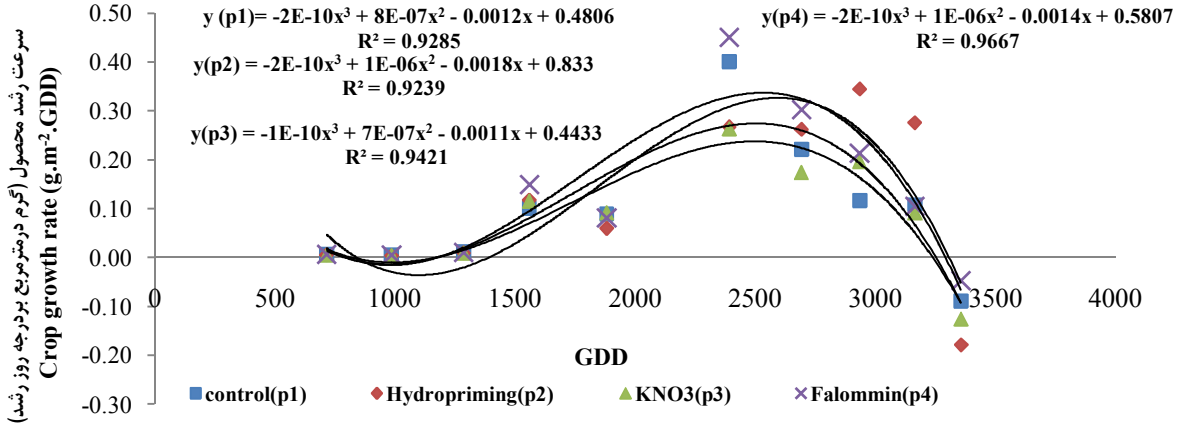
Figure 4- Trend of varation in dry matter accumulation of onion Zargan cultivar in different seed size

سرعت رشد محصول

تغییرات سرعت رشد محصول بر مبنای درجه روزهای رشد بعد از کاشت در پیش تیمارهای مختلف در اقام مورد بررسی نشان داد که سرعت رشد جامعه گیاهی رقم آذرشهر در کلیه پیش تیمارها در حدود ۲۳۹۰ درجه روز رشد بعد از کاشت، به حداکثر خود رسید و سپس کاهش نشان داد، بدین صورت که تیمار پرایمینگ با فولامین حداکثر سرعت رشد را داشته این در حالی بود که کمترین روند سرعت رشد را در این محدوده از درجه روز رشد به تیمار شاهد تعلق داشت (شکل ۵). اما در رقم زرقان این شاخص در تیمار پرایمینگ با فولامین در حدود ۲۶۹۰ درجه – روز رشد به حداکثر رسید و سپس کاهش یافت و در تیمارهای شاهد، هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۲٪ در حدود ۲۳۹۰ درجه - روز رشد به حداکثر خود رسید، بعد ثابت، سپس کاهش و به صفر رسید و در نهایت مقدار آن منفی شد (شکل ۶). چنین روندی به دلیل اثر افزایشی تیمارهای پرایمینگ در جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ (پوشش سبز) و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک بوده است. با گذشت زمان و پیر شدن برگ‌ها، سرعت رشد گیاه زراعی رو به تنزل گذاشت. علت منفی شدن سرعت رشد گیاه زراعی در اواخر فصل، کاهش ماده خشک در اثر ریزش برگ‌ها بود (۱۵). اندازه‌های مختلف بذر رقم قرمز آذرشهر در محدوده ۲۳۹۰ درجه روز بیشترین سرعت رشد محصول را داشتند، بدین صورت که بذور درشت در این محدوده حداکثر سرعت رشد محصول و بذور ریز کمترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۷). این در حالی بود که اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان در محدوده ۲۶۹۰ درجه روز بیشترین سرعت رشد محصول را داشتند سپس ثابت و در نهایت در ۳۱۶۲ درجه روز رشد کاهش نشان داده و به صفر رسید و مقدار آن منفی شد، بیشترین سرعت رشد در این محدوده از درجه روز رشد به بذور درشت تعلق داشت و بذور متوسط و ریز در رده‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۸). در بذور درشت به علت استقرار سریع‌تر گیاهان به‌دنبال جوانه‌زنی زودتر، فتوسنتز افزایش یافت و در نتیجه تولید و تجمع ماده خشک در واحد سطح از سایر اندازه بذرها بیشتر بود.

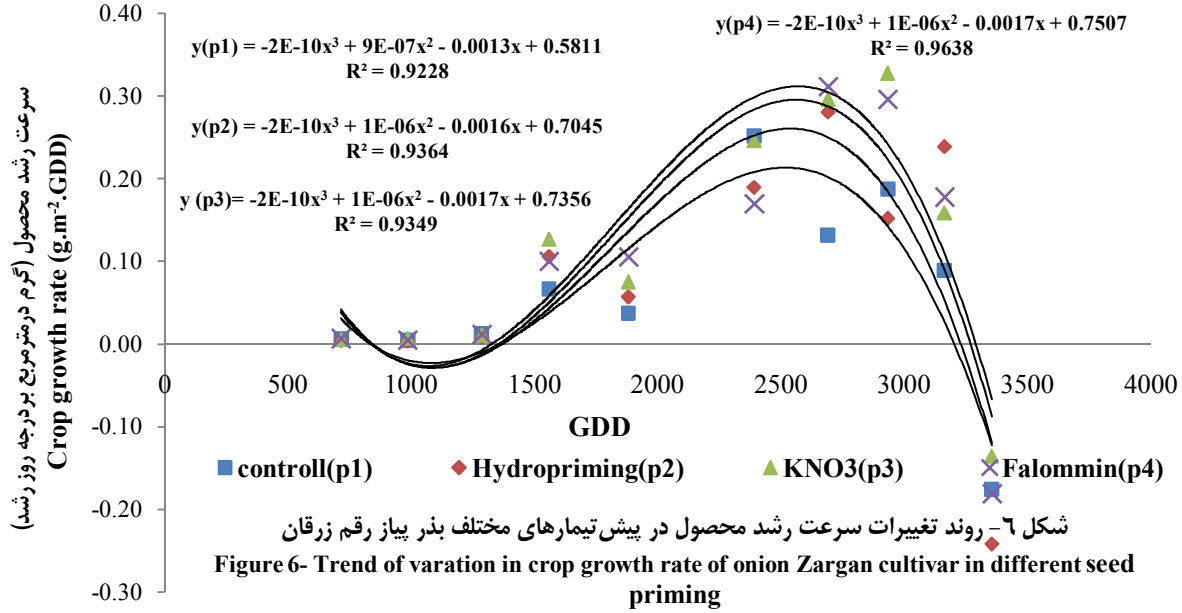
سرعت آسمیلاسیون خالص

تغییرات سرعت آسمیلاسیون خالص در ارقام مورد بررسی بر مبنای درجه روزهای رشد در پیش تیمارهای مورد بررسی در حدود ۱۵۵۸ درجه روز رشد بعد از کاشت، حداکثر سرعت آسمیلاسیون خالص را داشته‌اند و سپس کاهش و به صفر رسید و در نهایت مقدار آن منفی شد، بدین صورت که در رقم قرمز آذرشهر، تیمار پرایمینگ با فولامین حداکثر سرعت آسمیلاسیون خالص را داشته این در حالی بود که تیمارهای پرایمینگ با نیترات پتاسیم، هیدروپرایمینگ و شاهد به‌ترتیب کمترین روند آسمیلاسیون خالص را در این محدوده از درجه روز رشد به‌خود اختصاص دادند (شکل ۹). اما این شاخص در رقم زرقان در تیمار پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۲٪ در حدود ۱۵۵۸ درجه – روز رشد به حداکثر رسید و تیمارهای پرایمینگ با فولامین، هیدروپرایمینگ و شاهد به‌ترتیب کمترین روند آسمیلاسیون خالص را در این محدوده از درجه روز رشد به خود اختصاص دادند (شکل۱۰). رحمان و همکاران (۲۷) گزارش نموده‌اند سرعت آسمیلاسیون خالص در همه ارقام در اواخر دوره رشد و نمو گیاه کاهش یافت و سرانجام منفی گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. دلیل کاهش این شاخص با افزایش سن گیاه، سایه‌اندازی برگ‌ها روی همدیگر و کم شدن راندمان فتوسنتزی آنها بود.



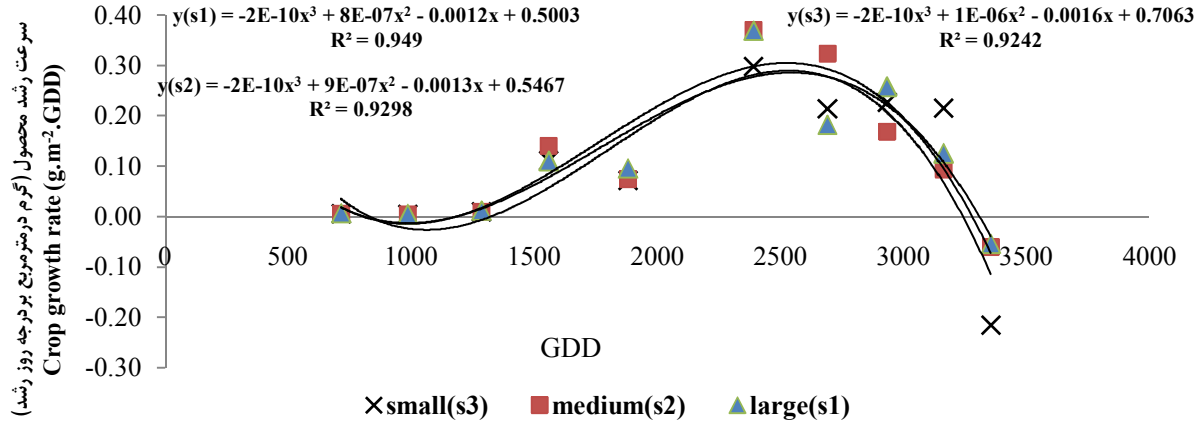
شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد محصول رقم آذرشهر در پیش‌تیمارهای مختلف

Figure 5- Trend of varation in crop growth rate of onion RedAzarshshar cultivar in different seed priming



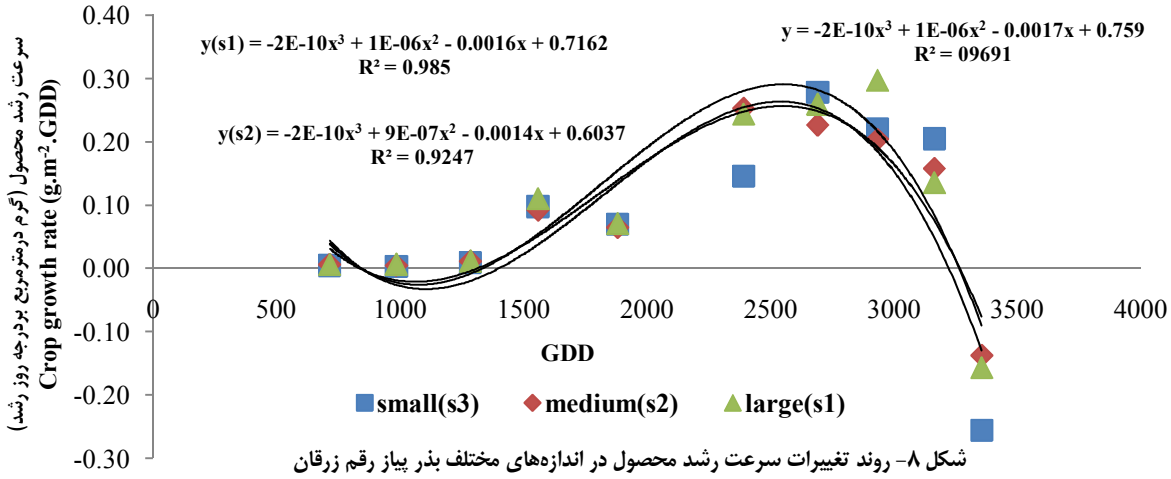
شکل ٦- روند تغییرات سرعت رشد محصول در پیش‌تیمارهای مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 6- Trend of varation in crop growth rate of onion Zargan cultivar in different seed priming



شکل ۷- روند تغییرات سرعت رشد محصول پیاز در اندازه‌های مختلف بذر رقم آذر شهر

Figure 7- Trend of varation in crop growth rate of onion Red Azarshshr cultivar in different seed size



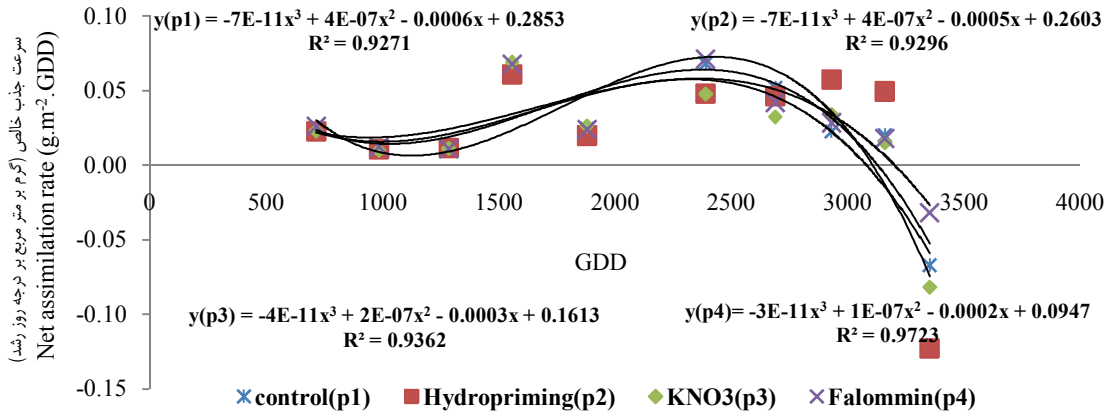
شکل ۸- روند تغییرات سرعت رشد محصول در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 8- Trend of varation in crop growth rate of onion Zargan cultivar in different seed size

سرعت آسمیلاسیون خالص برای هر سه اندازه بذر ارقام مورد مطالعه در محدوده ۱۵۵۸ درجه روز بیشترین مقدار را داشتند بدین صورت که در رقم قرمز آذرشهر بذور درشت در این محدوده حداکثر سرعت آسمیلاسیون خالص و بذور ریز کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۱). این در حالی بود که در رقم رزقان بذور ریز و متوسط در این محدوده اختلاف چندانی با هم نداشتند و در نهایت سرعت آسمیلاسیون خالص در هر دو رقم در ۳۱۶۲ درجه روز رشد روند نزولی نشان داد و به صفر رسید و سرانجام مقدار آن منفی گردید (شکل ۱۲). ظاهراً جذب و تحلیل خالص تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی قرار می‌گیرد که عملاً اندازه‌گیری آنها پیچیده بوده و به سادگی قابل تشخیص نیست به همین دلایل نتایج بسیاری از محققین در مورد جذب و تحلیل خالص با یکدیگر تفاوت دارند.

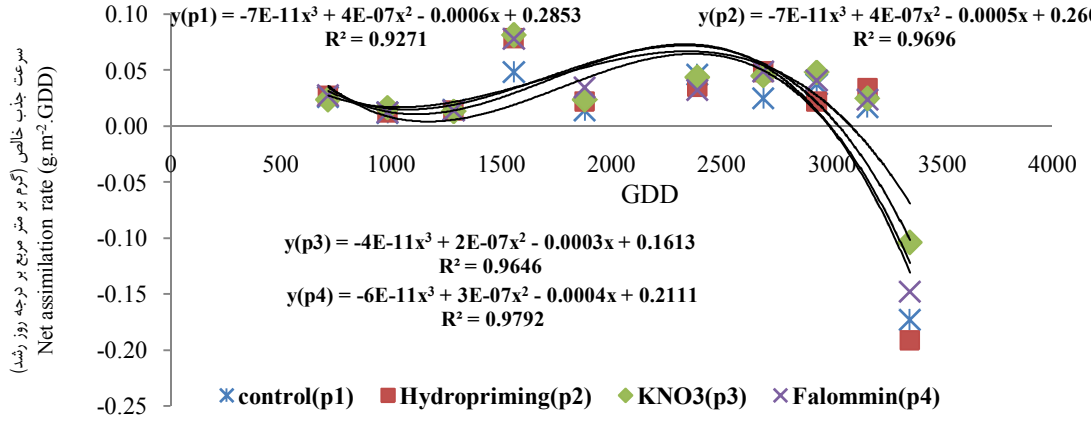
سرعت رشد نسبی

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است (۱۹). سرعت رشدنسبی گیاهان زراعی بعد از مرحله جوانه‌زنی بالا رفته و سپس کاهش می‌یابد و در واقع با افزایش سن گیاه میزان رشد نسبی کاهش می‌یابد زیرا بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و نقشی در تولید و فتوسنتز ندارند. همچنین به دلیل قرار گرفتن برگ‌های اولیه در سایه و افزایش سن آنها فعالیت فتوسنتزی کاهش یافته و سرعت رشد نسبی نیز کاهش می‌یابد هرچند که مقدار وزن خشک گیاه با گذشت زمان افزایش پیدا می‌کند اما از سرعت رشد نسبی به دلیل افزایش نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های در حال رشد کاسته می‌شود.



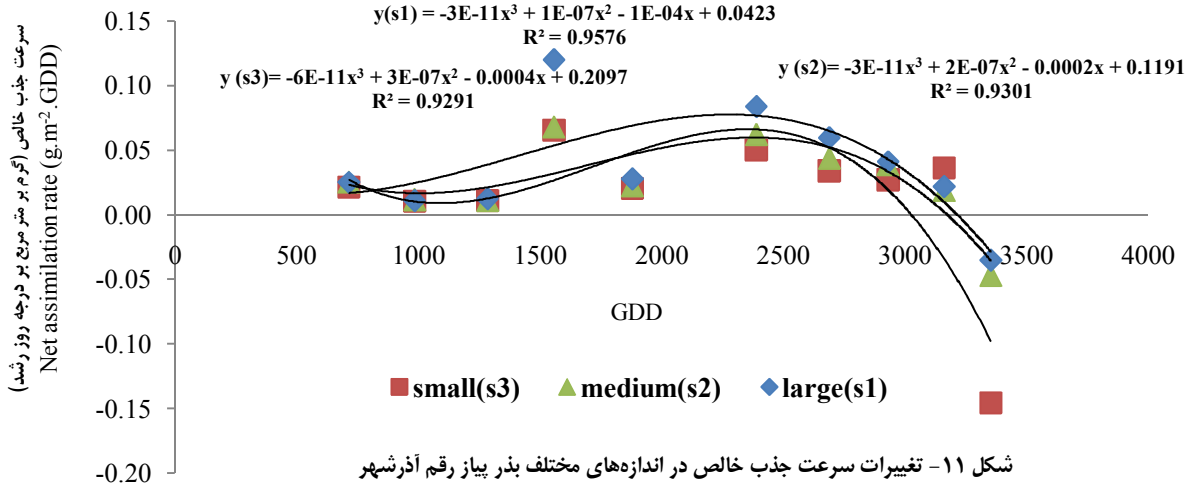
شکل ۹- روند تغییرات سرعت جذب خالص در پیش‌تیمارهای مختلف بذر رقم آذرشهر

Figure 9- Trend of varation in net assimilation rate of onion Red Azarshshr cultivar in different seed priming



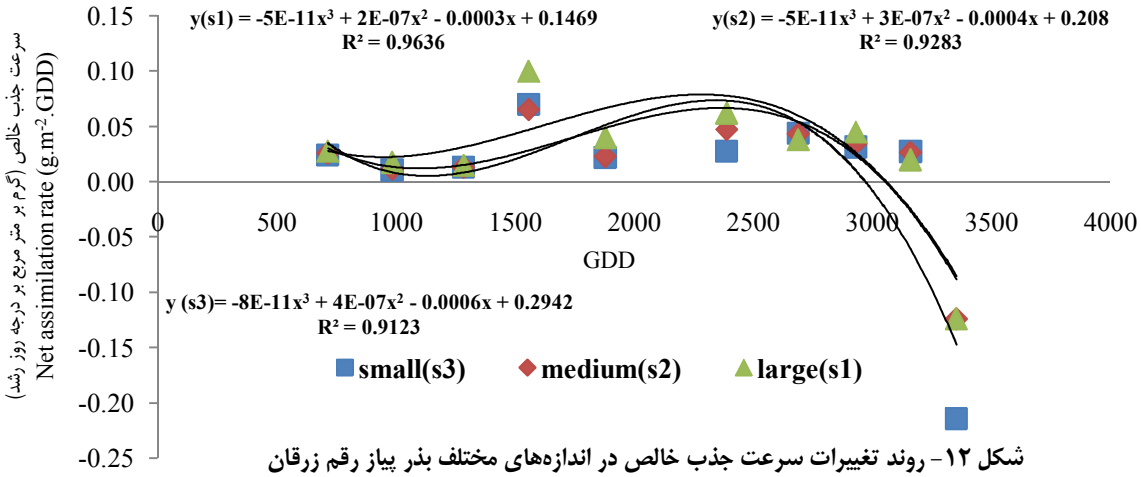
شکل ۱۰- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر رقم زرقان

Figure 10- Trend of varation in net assimilation rate of onion Zargan cultivar in different seed priming



شکل ۱۱- تغییرات سرعت جذب خالص در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم آذرشهر

Figure 11- Trend of varation in net assimilation rateof onion Red Azarshshr cultivar in different seed size



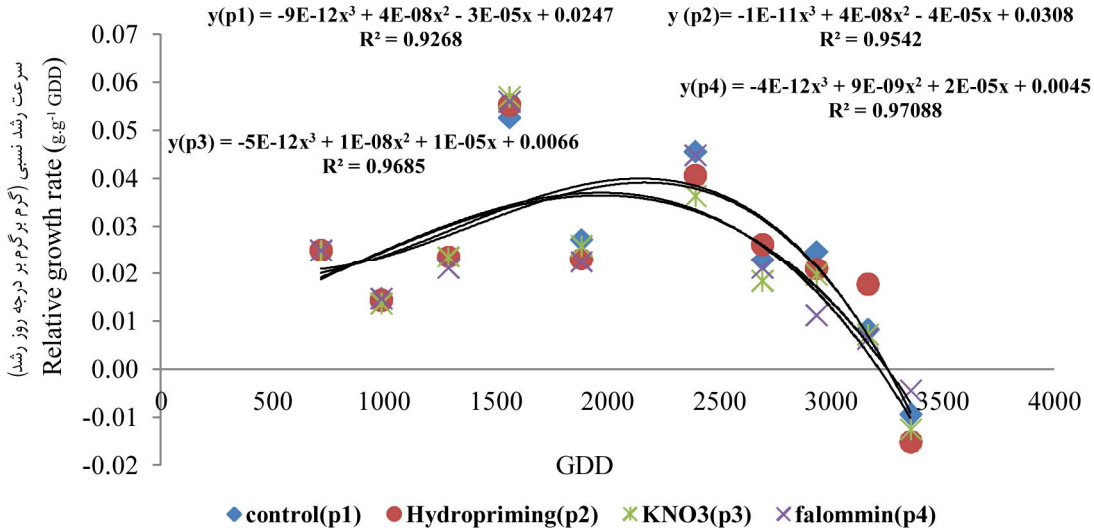
شکل ۱۲- روند تغییرات سرعت جذب خالص در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 12- Trend of varation in net assimilation rateof onion Zargan cultivar in different seed size

منفی شدن سرعت رشد نسبی در مراحل پایانی رشد نشان‌دهنده کاهش شدید سرعت رشد نسبی در واقع کاهش وزن خشک گیاه می‌باشد، که برداشت اقتصادی در این مرحله را کاملاً توجیه می‌نماید، زیرا در صورت طولانی شدن دوره رشد، عملکرد ماده خشک کاهش یافته و از کیفیت محصول کاسته می‌شود (۱۸). در کلیه تیمارها سرعت رشد نسبی در حدود ۱۵۵۸ درجه روز- رشد به حداکثر خود رسید و در حدود ۳۱۶۲ درجه روز- رشد به صفر رسید و سپس احتمالاً به دلیل ریزش برگ‌ها منفی شد (شکل‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶). راستگار و خدادادی (۲۸) گزارش نمودند که سرعت رشد نسبی پیاز در اواخر رشد منفی می‌شود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. برویستر و ساترلند (۳) گزارش کردند که سرعت رشد نسبی پیاز در مقایسه با سایر محصولات کمتر می‌باشد با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بیشترین سرعت رشد نسبی در ارقام مورد بررسی به تیمار پرایمینگ با فولامین و بذور درشت تعلق داشت و تیمارهای پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۲٪، هیدروپرایمینگ و شاهد، بذور متوسط و ریز در رده‌های بعدی قرار داشتند به نظر می‌رسد در این تیمارها، رقابت بین گیاهان برای کسب آب، عناصر غذایی و نور در دوره زمانی بیشتری از فصل رشد به وقوع پیوسته و در نتیجه میزان فتوسنتز خالص و در نهایت سرعت رشد نسبی گیاهان کاهش یافته است (۱۵).

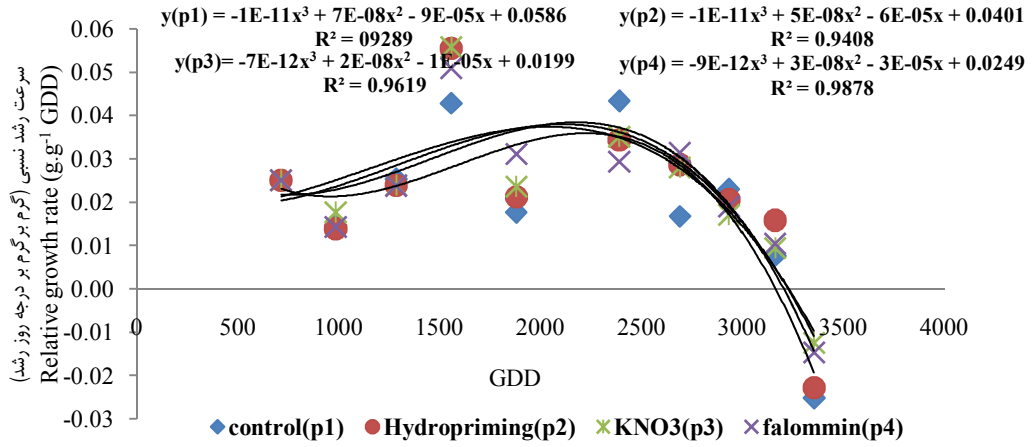
سرعت رشد سوخ

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز رشد (شکل‌های ۱۷ و ۱۸) این شاخص در پیش تیمارهای مورد بررسی روند مشابهی را دنبال کرد و همواره بعد از کاشت، در مدتی از فصل رشد به‌صورت سیکموئیدی افزایش یافت. بدین صورت که سوخ‌های پیاز، پس از زمان فیزیولوژیک تشکیل سوخ در ۱۸۸۰ درجه روز رشد (اواسط تیر ماه) به‌تدریج شروع به بزرگ شدن کردند تا اینکه به ۳۱۶۲ درجه روز رشد (اواسط مهرماه) رسیده‌اند. از این زمان به بعد سرعت رشد سوخ در ارقام مورد بررسی در تیمار پرایمینگ با فولامین با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت در این پیش تیمار، به علت رشد رویشی سریع‌تر قسمت‌هایی هوایی، پرورده‌سازی و تجمع مواد آسیمیلاته در طی فصل رشد بیشتر و سریع‌تر صورت گرفته، بنابراین رشد سوخ با سرعت بیشتر و به میزان زیادتری صورت گرفت و گیاه در مدت زمان بیشتری از فصل رشد به ذخیره مواد غذایی پرداخته و در نتیجه میزان سرعت رشد سوخ بیشتر بود. می‌توان چنین فرض کرد که با شروع دوره افزایش حجم و وزن سوخ مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بخش هوایی به طرف مقصد فیزیولوژیکی قوی‌تر یعنی سوخ‌ها سرازیر می‌شوند و از زمان نمونه‌برداری ششم شروع دوره پر شدن سریع سوخ دیده شد. ولی در تیمار شاهد (بدون پرایم) به علت کوچک بودن گیاه و آهنگ کند اولیه در افزایش رشد قسمت هوایی غذاسازی کمتر صورت گرفته و بخشی از این ماده غذایی ساخته شده صرف رشد رویشی شده و رشد سوخ یک روند افزایشی نامحسوس را دنبال می‌کند. در تیمارهای هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم این افزایش رشد سوخ در اواخر دورهٔ رشدی تا حدودی به‌صورت ثابت ادامه داشت.



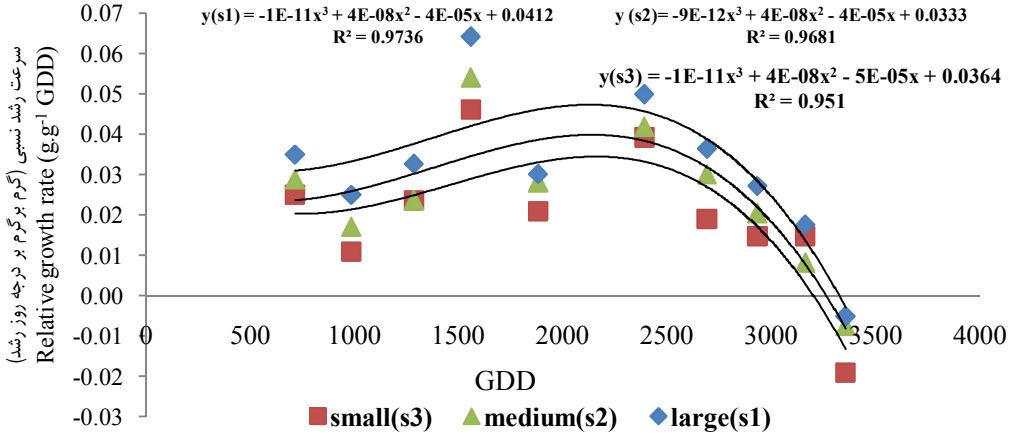
شکل ۱۳- روند تغییرات سرعت رشد نسبی رقم قرمز آذرشهر در پیش‌تیمارهای مختلف بذر

Figure 13- Trend of varation in relative growth rate of onion Rea Azarshahr cultivar in different seed priming



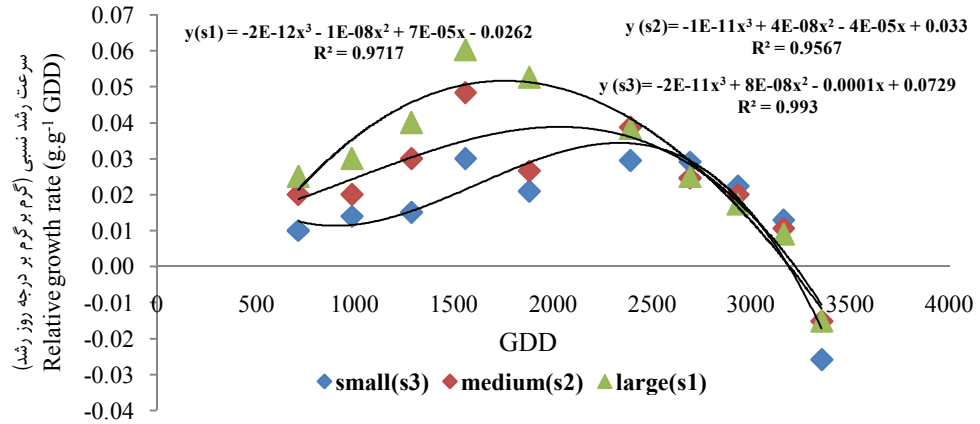
شکل ۱٤-روند تغییرات سرعت رشد نسبی رقم زرقان در پیش تیمارهای مختلف بذر

Figure 14. Trend of varation in relative growth rate of onion Zarghun cultivar in different seed priming



شکل ۱۵- روند تغییرات سرعت نسبی پیاز در اندازه های مختلف بذررقم آذرشهر

Figure 15- Trend of varation in relative growth rate of onion Red Azarshshr in different seed size



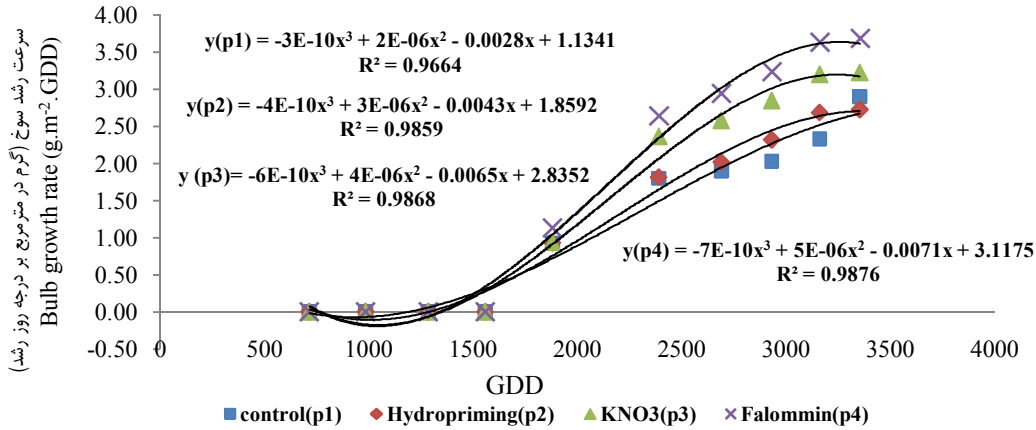
شکل ۱٦-روند تغییرات سرعت نسبی اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 16- Trend of varation in relative growth rate of onion Zargan cultivr in different seed size

در تیمار شاهد (بدون پرایم) در اواخر فصل، رشد سوخ به صورت صعودی افزایش یافت و به علت همزمان بودن رشد رویشی قسمت هوایی و همچنین به علت عدم وجود زمان کافی برای تکمیل دورهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی سوخ، پیازهای تولید شده از قطر گلوکاه بیشتر برخوردار بودند (گردن ضخیم) چنین سوخ‌هایی بازارپسند نبوده و از قابلیت انباری پایین‌تری نیز برخوردار خواهند بود (۲۴). در میان اندازه بذر در ارقام مورد آزمایش بذر درشت بیشترین سرعت رشد سوخ را در بین بذور متوسط و ریز به خود اختصاص دادند. سرعت رشد سوخ برای اندازه‌های مختلف بذور ارقام مورد مطالعه به صورت سیکموئیدی بود و افزایش سرعت رشد سوخ در بذور درشت و متوسط پیازهای مورد آزمایش از ۱۸۸۰ درجه روز رشد شروع و تا ۳۱۶۲ درجه روز رشد ادامه داشت. در بذور ریز، سوخ‌ها در ۲۳۹۰ درجه روز رشد اواخر تیر ماه شروع به تجمع ماده خشک کردند که در ۳۱۶۲ درجه روز رشد اوایل مهر ماه به اوج خود رسید و در ۳۳۵۴ درجه از روز رشد ثابت مانده است. در بین تیمار اندازه بذر در ارقام مورد بررسی در بذر درشت تجمع ماده خشک در سوخ از بذور متوسط و ریز به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. سرعت رشد سوخ در بذور ریز در اواخر فصل رشد، به‌صورت صعودی افزایش نشان داد و سوخ‌های حاصل از بذر ریز دارای گردن ضخیم بوده و نسبت قطر پیاز به قطر گردن آنها بسیار کم بود و گیاهان حاصل از بذر ریز به جای برگ‌های فلس مانند برگ‌های دارای پهنک تولید کردند و در نتیجه رسیدگی فیزیولوژیکی سوخ‌ها به‌خوبی صورت نگرفته و علاوه بر آن سوخ‌های تولید شده دارای اندازه و شکل مناسبی نداشته و از کیفیت انباری مطلوبی برخوردار نخواهند بود (شکل‌های ۱۹ و ۲۰).

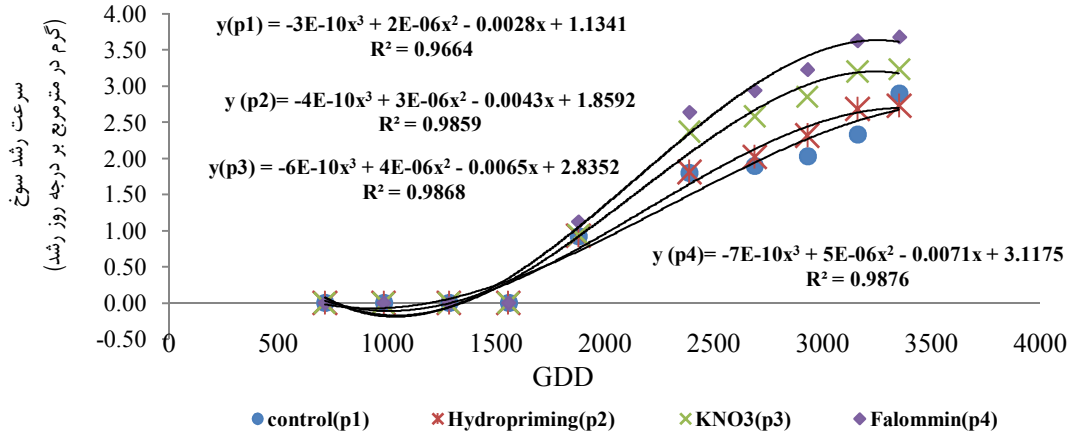
شاخص سطح برگ

با توجه به‌نمودار تغییرات سطح برگ این شاخص در طی دوره‌های نمونه‌برداری به‌صورت صعودی افزایش یافت و سپس در اواخر دورهٔ رشد این روند افزایشی محسوس نبود و در بعضی تیمارها حتی کاهش نشان داد در منحنی مربوط به تیمار پرایمنگ با اسید آمینه فولامین این روند افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد نسبت به تیمارهای دیگر چشمگیرتر بود و گیاهان حاصل از آن در اواسط فصل رشد از سطح برگ کافی برای تولید مواد آسیمیلاته برخوردار بود و در مدت ۱۲۰ روز بعد از کاشت حداکثر سطح برگ در این گیاهان به‌دست آمد. در اواخر دوره رشد شاخص سطح برگ دچار کاهش محسوسی گردید و این کاهش سطح سایه‌انداز مقارن با انتقال بیشتر مواد آسیمیلاته به مخزن فیزیولوژیکی یعنی سوخ بود. عدم توسعه سطح سایه‌انداز در اواخر فصل رشد و کاهش رشد رویشی قسمت‌های هوایی برای دستیابی به عملکرد بالای سوخ ضروری است تا مواد آسیمیلاته در مدت زمان بیشتری در سوخ تجمع یافته و رسیدگی فیزیولوژیکی پیاز نیز در مدت زمان مناسب انجام گیرد (۱۰).



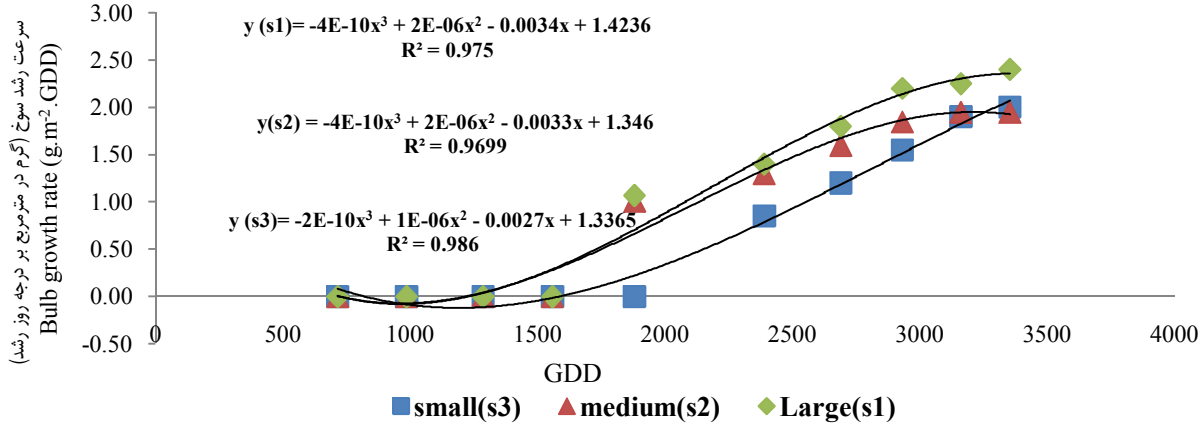
شکل ۱۷- روند تغییرات سرعت رشد سوخ رقم آذرشهر تحت تاثیر پیش تیمارهای های مختلف بذر

Figure 17- Trend of varation in bulb growth rate of onion Red Azarshahr cultivar in different seed priming



شکل ۱۸- روند تغییرات سرعت رشد سوخ رقم زرقان در پیش‌تیمار های مختلف بذر

Figure 18- Trend of varation in bulb growth rate of onion Zargan cultivar in different seed priming



شکل ۱۹- روند تغییرات سرعت رشد سوخ در اندازه مختلف بذر پیازرقم آذرشهر

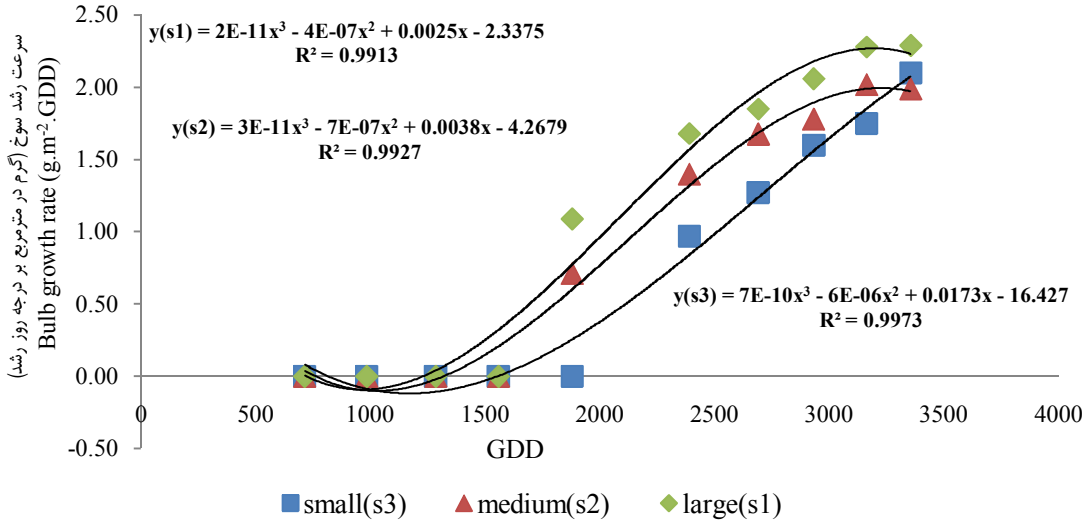
Figure 19- Trend of varation in bulb growth rate of onion Red Azarshahr cultivar in different seed size

ولی در تیمار شاهد (بدون پرایم) در اوایل فصل رشد افزایش سطح برگ محسوس نبود و در اواسط فصل رشد به‌صورت چشمگیری افزایش یافت، در نتیجه تولید مواد آسیمیلاته برای رشد سوخ با شدت کمتری صورت گرفته و قسمت‌های هوایی گیاه در دوره بیشتری از طول فصل رشد به‌عنوان یک مخزن فیزیولوژیکی جهت مصرف مواد آسیمیلاته عمل نمودند. در تیمار شاهد و بذور ریز کاهش سطح برگ در اواخر فصل رشد محسوس نبود و به‌طور ثابتی ادامه داشت، بنابراین رشد رویشی دیر هنگام باعث کاهش رشد سوخ و همچنین به علت عدم رسیدگی فیزیولوژیکی به موقع سوخ‌های تولیدی دچار عوارض فیزیولوژیکی (میخی شکل) شدند و از عملکرد مناسبی نیز برخوردار نبودند (شکل‌های ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴).

عملکرد و درصد ماده خشک سوخ

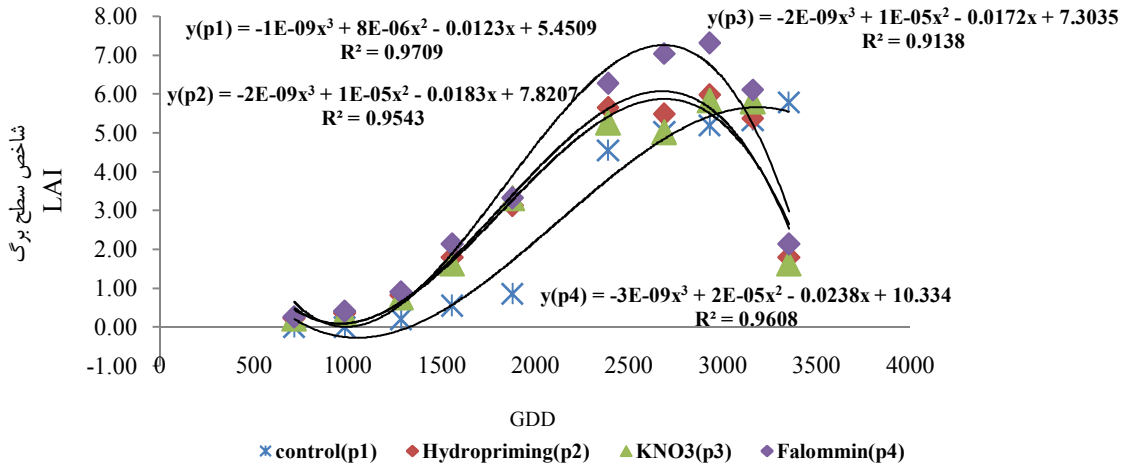
نتایج مربوط به روند شاخص‌های رشد با عملکرد مزرعه‌ای پیاز نیز مطابقت داشت و بین روش‌های پرایمینگ و اندازه بذر در ارقام مورد بررسی از لحاظ عملکردهای تر و خشک و در صد ماده خشک اختلاف معنی‌دار دیده شد. مقایسه میانگین تیمار نشان داد بیشترین عملکردهای تر و خشک و ماده خشک به‌ترتیب ۵۹/۴۰، ۹/۹۵ تن در هکتار و ۱۱/۸۰درصد به تیمار پرایمینگ با فولامین تعلق داشت که در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۲۰/۴۵، ۲۱/۸۳ و ۵/۱۴ درصد افزایش داشت (جدول ۲). کائور و همکاران (۱۶) گزارش نمودند که پرایمینگ بذرهای نخود (*Cicer arietinum*) با آب مقطر و مانیتول، عملکرد دانه را به‌ترتیب ۴۱ و ۷۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. همچنین مقایسه میانگین تیمارهای اندازه بذر نشان داد که بیشترین عملکردهای تر و خشک و ماده خشک را به‌ترتیب ۲۱، ۲۲/۸ و ۴/۳ درصد بذور درشت به‌خود اختصاص داد و بذور ریز و متوسط از نظر درصد ماده خشک در یک گروه آماری قرار

داشتند (جدول ۲).



شکل ۲۰- روند تغییرات سرعت رشد سوخ در اندازه مختلف بذر پیاز رقم زرقان

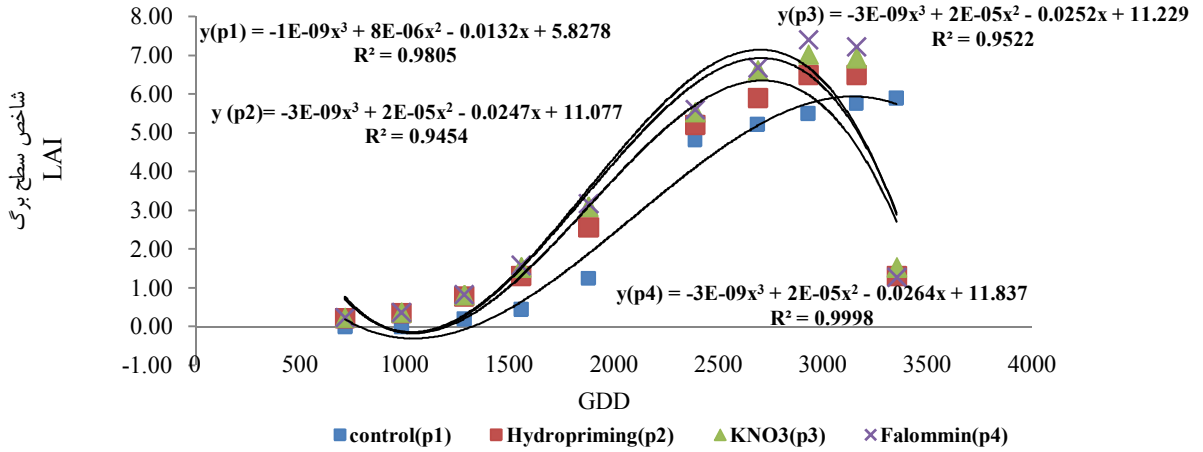
Figure 20- Trend of varation in bulb growth rate of onion Zargan cultivar in different seed size



شکل ۲۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ پیاز رقم آذرشهر در پیش‌تیمارهای مختلف بذر

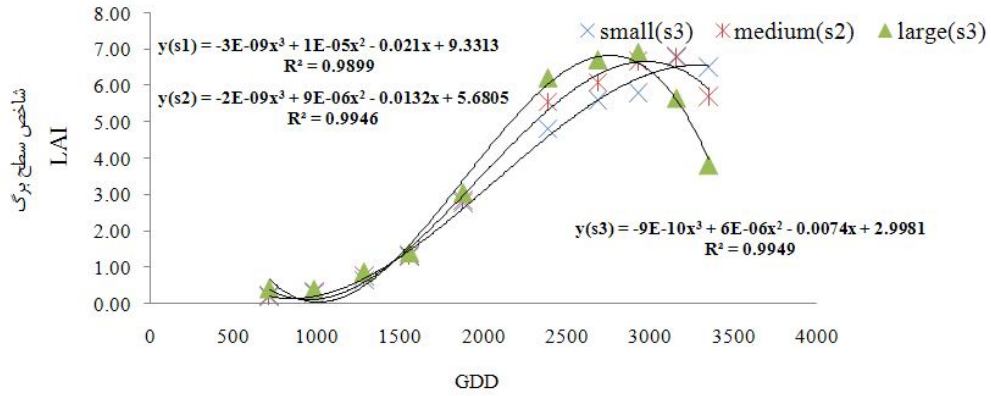
Figure 21- Trend of varation in leaf aria index of onion Red Azarshahr cultivar in different seed priming

نتایج این تحقیق نشان داد که در کشت پیاز، گیاهان حاصل از بذرهای پیش تیمار شده و بذور درشت‌تر به دلیل جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار سریع، از منابع موجود استفاده بهتری به عمل آوردند و در این گیاهان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد سوخ، شاخص سطح برگ و در نهایت عملکردهای تر و خشک در مقایسه با گیاهان حاصل از بذرهای شاهد (بدون پیش تیمار) و بذور ریز بیشتر بود. بنابراین، اثر پیش تیمار بذر بر رشد گیاهان در شرایط نامساعد محیطی که معمولاً با تأخیر در نزول بارندگی، پراکنش نامنظم بارندگی و وقوع تنش‌های سرما و خشکی همراه است، مشهودتر می‌باشد (۱۷). استفاده از روش‌های پیش تیمار بذر علاوه بر بهبود بنیه و استقرار گیاهچه‌ها در شرایط مزرعه‌ای، در افزایش عملکرد ارقام پیاز درمناطق مشابه منطقه اجرای این تحقیق واند مؤثر واقع شود.



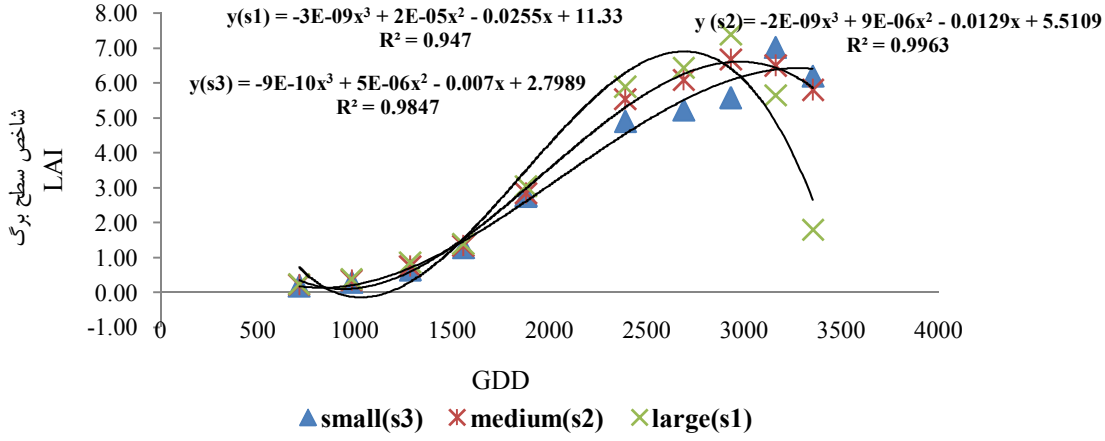
شکل ۲۲- تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 22- Trend of varation in leaf aria index of onion Zargan cultivar in different seed



شکل ۲۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم آذرشهر

Figure 23- Trend of varation in leaf aria index of onion Red Azarshahr cultivar in different seed size



شکل ۲۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در اندازه‌های مختلف بذر پیاز رقم زرقان

Figure 24- Trend of varation in leaf aria index of onion Zargan cultivar in different seed size

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد تر، خشک و درصد ماده خشک ارقام مورد بررسی تحت تأثیر پرایمینگ و اندازه بذر

Table 2- Mean comparison of bulb fresh and dry matter yield, dry matter percent of seed size, pre- treatment and cultivar

تیمار Treatment	ماده خشک Dry matter (%)	عملکرد تر Bulb fresh yield (ton ha^{-1})	عملکرد خشک Bulb dry matter yield (ton ha^{-1})
اندازه بذر Seed size			
ریز Small	10.10b	27.52c	3.15c
متوسط Medium	10.44b	41.75b	5.22b
درشت Large	11.47a	53.26a	6.53a
پرایمینگ Priming			
شاهد Control	9.25c	27.64d	4.65d
هیدروپرایمینگ Hydro priming	10.61b	37.17c	5.52c
نیترات پتاسیم KNO_3	10.69b	44.19b	7.45b
فولامین Falomin	11.47a	59.40a	9.95a
ارقام Cultivars			
قرمز آذرشهر Red Azarshahr	11.47a	43.40a	5.43a
زرقان Zarghuan	9.48b	40.30b	5.04a

میانگین‌های، هر ستون و تیمار دارای حروف مشترک براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت آماری معنی‌داری نمی‌باشد.

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

References

1. Anderson, P. M., Oelke, E. A., and Simmons, S. R. 2002**.** Growth and development guide for spring barley. University of Minnesota, Agricultural Extension, AG-FO2548.
2. 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.
3. 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.
4. Change, H. S., Yamato, O., Yamasaki, M., 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.
5. Devaraju, P. J., Nagamani, S., Veere Gowda, R., Yogeesha, H. S., Gowda, R., Nagaraju, K. S., Shashidhara. 2011. Effect of Chemo Priming on Plant Growth and Bulb Yield in Onion. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 4 (2): 121-123.
6. Dorna, H., Jarosz, M., Szopinska, D., Szulc, I., and Rosinska, A. 2013. Germanation, vlgour and health of primed Allium cepa L. seeds after storage. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 12 (4): 43-58.
7. Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A., and Mahmoud, A. R. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science 6 (5): 583-588.
8. Gamiel, S., Smittle, D. A., and Mills, H. A. 1990. Onion seed size, weight, and elemental content affect germination and bulb yield. Horticultural Science 25 (5): 522-523.
9. Hampton, J. G. 1981. The extent and significant of seed size variation in Newsland wheats. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 9: 179-183.
10. Iortsuun, D. N., and Khan, A. A. 1989. The pattern of dry mutter distribution during development in onion. Journal

of Agronomy and Crop Science 162: 127-134.
11. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., Zardoshty, M. R., and Hasanzadeh Goratteph, A. 2010. 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.
12. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., and Moosavezade, S. A. 2011. Study effect of age and different size of transplanting on yield, yield copmponents and some characteristics storage on onion (*Allium cepa* L.). Iranian Journal Horticultural Science Technology 12 (1): 1-14. (in Persian with English abstract).
13. Jonesa, D., Shannon, D., Junvee, F., Thippaya, F., and John, F. 2005. Plant capture of free amino acids is maximized under high soil amino acid concentrations. Soil Biology & Biochemistry 37: 179-181.
14. Kahane, R., Vaillle, E., Boukema, I., Tzanoudakis, D., Bellamy, C., Hamaux, C., and Kik, C. 2001. Changes in nonstructural carbohydrate composition during bulbing in sweet and high-solid onions in field experiments. Environmental and Experimental Botany 45 (1): 73-83.
15. Karemi, M., and Azeze, M. 1994. Crop growth analysis (Translat). Mashhad Jahad university publication. pp. 111. (in Persian).
16. Kaur, S., Gupta, A. K., and Kaur, N. 2005. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 81-87.
17. Kibite, S., and Harker, K. N. 1991. Effects of seed hydration on agronomic performance of wheat, barley and oats in central Alberta. Canadian Journal Plant Science 71: 515-518.
18. Koocheki, A., and Nassiri mahalati, M. 1994. Crop ecology. Jahad Daneshgahi of Mashhad publication. pp. 291. (in Persian).
19. Koocheki, A., Sarmadnia, K. H. 2006. Crop Physiology (Translat). Jahad Daneshgahi of Mashhad publication. pp. 400. (in Persian).
20. Lafond, G. P., and Baker, R. G. 1986. Effects of temperature moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheats. Crop Science 26: 563-56.
21. Lee, S. S., and Kim, J. H. 2000. Total sugars-amylase activity and germination after priming of normal and aged rice seeds. Crop Science 45: 108-111.
22. Martinz, M. C., Corzo, N., and 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. Mettanada, K. A., and Fordham, R. 1999. The effects of plant size and leaf number on the bulbing of tropical short - day onion cultivars (*Allum cepa* L.) under controlled environments in the United Kingdom and tropical field conditions in Srilanka. Journal of Horticultural Science Biotechnology 74 (5): 623-633.
25. Nasreen, S., Imamul Haq, S. M., and Altab Hossain, M. 2003. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. Asian Journal of Plant Sciences 897-902.
26. Peterson, C. M., Klepper, B., and Rickman, R. W. 1989. Seed reserves and seedling development in winter wheat. Journal of Agronomy 81: 245-251.
27. Rahman, M. S., Khan, M., Rahman, M., and Ashrafuzzaman, M. 1999. Mulching effect on growth attributes in onion. Pakistan Journal of Biological Sciences 2 (3): 619-622.
28. Rastegar, J., and Khodadadi, M. 2008. Investigation on Growth Pattern and Yield of some Iranian Onion Cultivars and Landraces Based on the Physiological Indices. Seed and Plant Improvment Journal 3 (24): 659-675. (in Persian with English abstract).
29. Rebetzke, G. J., Botwright, T. L., Moore, C. S., Richards, R. A., and Condon, A. G. 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigour in wheat. Field Crops Research 88: 179-189.
30. Richards, R. A., and Lukacs, Z. 2002. Seedling vigour in wheat: Sources of variation for genetic and agronomic improvement. Australian Journal Agricultural Research Science 53: 41-50.
31. Selvarani, K., and Umarani, R. 2011. Evaluation of seed priming methods to improve seed vigour of onion (*Allium cepa* L.) cv. aggregatum and carrot (*Daucus carota*). Journal of Agricultural Technology 7 (3): 857-867.
32. Singh, K. P. 2000. Response of graded level of nitrogen in tuberose cultivar Single. Advanced Plant Sciences 13 (1): 283-285.
33. Tabatabaei, S. J. 2009. Principles of mineral nutrition of plants.Tabriz Karazme Press. pp. 389. (in Persian).
34. Tajbakhsh, M., and Ghiyas, M. 2008. Seed ecology. Jahad Daneshgahi of Urmia publication. pp. 389. (in Persian).
35. Taylor, N., Day, D. A., and Millar, A. H. 2004. Targets of stress induced oxidative damage in plant mitochondria and their impact on cell carbon /nitrogen metabolism. Journal of Experimental Botany 55: 1-10.
36. 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.
37. 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 Hotriculturae 105: 29-44.
38. Umair, A., Ali, S., Bashir, K., and Hussain, S. 2010. Evaluation of different seed priming techniques in mungbean. Soil & Environment 29: 181-186.

39. Wallsgrove, R. M. 1995. Amino acids and their derivatives in higher plants. Cambridge University Press. 294 pp.
40. Yarnia, M., Farajzadeh, E., and 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.
41. Zaiter, H. Z., and Barakat, S. G. 1995. Flower and pod abortion in chickpea as affected by sowing date and cultivar. Canadian Journal of Plant Science 75: 321-327.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 4, Winter. 2016, p. 766-785

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۷۸۵-۷۶۶

Response of Physiological Growth Indices and Bulb Dry Yield of Onion (*Allium cepa* L.) Genotypes to Priming and Seed Size

M. Izadkhah[1*]- M. Tajbaksh[2]- J. Jalilian[3]- B. Psabaneslam[4]

Received: 16-03-2014
Accepted: 24-11-2014

Introduction

Priming is one of the most common methods of improving seed quality, which significantly affects their storability. Seed priming is a seed treatment that allows imbibition and activation of the initial metabolic events associated with seed germination, but prevents radicle emergence and growth. In other words, phase one and two of seed water imbibition curve are passed, but seeds do not enter the third phase of water uptake. Then seeds are dried back to their original water content. Seed priming is a pre-sowing strategy for influencing seed germination and seedling development by modulating pre-germination metabolic activity prior to emergence of the radicle and generally enhances germination rate and plant performance. Naturally, when speed and percentage emergence of germinating seeds are being high, growing sources like light, water and nutrient will be more used. Another factor that can affect the seed germination and seedling establishment is the seed size. As generally known, among producing factors, seed as the first consumer store, plays an important role in the transfer of genetic characters and improvement of qualitative and quantitative traits of production. One of the most important factors in maximizing crop yield is planting high quality seed. Seed size is an important physical indicator of seed quality that affects vegetative growth and is frequently related to yield, market grade factors and harvest efficiency. In the present paper, effects of different pre-sowing treatments and seed size on physiological growth indices and bulb dry yield of onion cultivars were investigated.

Materials and Methods

In order to determine the response of physiological growth indices and bulb dry yield of onion to priming and seed size, a field experiment was conducted in 2012-2013 cropping season at Agriculture and Natural Resources Research Center of East, Azarbayjan, Iran. This experiment was a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. Experiment treatments included priminig at four levels: hydropriming, osmopriming (in %2KNO_3), priminig with falomin amino acid (in 2%) and control (without priming). Seed samples of the two cultivars were sieved by slotted screens and placed into three groups of seed diameter size: small, medium and large and cultivars at two levels: Red Azarshahr and Zarghun. The physiological growth indices such as total dry matter, leaf area index, crop growth rate, net assimilation rate, bulb growth rate and bulb fresh and dry yield were studied.

Results and Discussion

Results of field experiment showed that seed priming improved growth indices such as dry matter accumulation (DMA), crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR), bulb growth rate (BGR) and leaf aria index (LAI) in both cultivars. The highest bulb fresh, dry yield and dry matter percentage (54400, 6800 kg/ha and11/80 %) belonged to priminig with folammine amino acid, respectively. The results of growth analysis indicated that the maximum and minimum growth indices values were obtained from large and small seeds, respectively. Mean comparison showed that the highest bulb fresh yield (53.26 ton/ha), bulb dry yield (9.95 ton/ha) and bulb dry matter (11.47 %) were achieved from large seeds. Mean comparison indicated that the highest bulb fresh yield (43.40 ton/ha), bulb dry yield (5.43 ton/ha) and bulb dry matter (11.47 %) were observed in Red Azarshahr.

Conclusions

Seed priming treatments improved bulb fresh and dry yield, total dry matter, leaf area index, crop growth rate, bulb growth rate, relative growth rate and net assimilation rate as compared to the unprimed. Among the

1- Ph.D Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia
2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia
3- Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia
4- Associate Prof., Agriculture and Natural Resources Research Center of East Azarbayjan
(*- Corresponding Author Email: ms.izadkhah@gmail.com)

treatments, seed priming with Falomin Amino Acid 2% was more effective than the potassium nitrite 2% and hydropriming. Large seed size significantly increased the bulb fresh and dry yield and physiological growth indices. The highest bulb fresh and dry yield, total dry matter, leaf area index, crop growth rate, bulb growth rate, relative growth rate and net assimilation rate were achieved in larger seeds compared to other sizes. Accordingly, the importance of seed priming and grading seeds were obvious in this study, so seed priming with Falomin Amino Acid 2% and large seed size should be used for onion planting in order to insure high bulb fresh and dry yield and physiological growth indices of onion. Nevertheless, seed priming and seed size improved bulb fresh, and dry yield and physiological growth indices of onion cultivars were attributed to rapid seedling emergence and establishment, and consequently the optimum use of light, soil moisture and nutrients by the plants developed from the primed seeds and seed size. Therefore priming with falomin Amino Acid 2% and large seeds are recommended in onion planting for the places with the same environmental conditions of this experiment.

Keywords: Bulb growth rate, Dry matter accumulation, Net assimilation rate