



فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم  
سال ۸، ویژه نامه شماره ۲-۳۱، تابستان ۱۳۹۱

## بررسی اثر سایه اندازی بر انتقال مجدد ماده خشک، عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف برنج

داود ارادتمنداصلی<sup>۱\*</sup>، نیما جاماسبی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور مطالعه اثر سایه اندازی بر انتقال مجدد، عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف برنج، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز خدمات کشاورزی شهرستان رضوانشهر انجام گرفت. طرح آماری مورد استفاده به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بود. فاکتور رقم دارای دو سطح (هاشمی و هیبرید بهار I) و فاکتور اعمال تیمار سایه اندازی در چهار سطح شامل (سایه اندازی سبک، سایه اندازی متوسط، سایه اندازی سنگین و شاهد) که در سه تکرار انجام شد. در این تحقیق اعمال تیمارها از ده روز قبل از خوشه دهی شروع شد و تا ده روز بعد از خوشه دهی ادامه یافت. نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که اعمال تیمارهای سایه اندازی بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشچه در خوشه و وزن هزار دانه، در سطح ۱ درصد معنی دار شد. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد در رقم هیبرید بهار I با میانگین ۸۹۶۲/۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد را رقم هاشمی با میانگین ۱۵۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط استرس سایه اندازی سنگین دارا بود. تیمار سایه اندازی سنگین در هر دو رقم کمترین عملکرد را دارا بود. اعمال تیمارهای سایه اندازی بر انتقال مجدد ماده خشک ساقه و برگ در سطح ۱ درصد معنی دار شد. در بین اندام‌های هوایی ساقه بیشترین سهم انتقال مجدد را به عهده داشت. در بین ارقام تحت آزمایش هاشمی کمترین انتقال مجدد ماده خشک را دارا بود که احتمالاً به دلیل کم بودن حجم مخزن و توانایی تولید منبع در این رقم، انتقال مجدد کمتری صورت گرفت. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که از میان ارقام موجود رقم هاشمی دارای محدودیت مخزن بیشتری نسبت به رقم هیبرید I می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: برنج، انتقال مجدد، عملکرد، سایه اندازی، محدودیت منبع

۱ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، گروه زراعت، ساوه، ایران

\* مکاتبه کننده: (eradatmand\_d@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: پاییز ۱۳۸۸

## مقدمه

به طور کلی عملکرد ماده خشک گیاهان زراعی در نهایت بستگی به اندازه و کارایی سیستم فتوسنتزی آن‌ها دارد. عملکرد دانه گیاهان زراعی متشکل از اجزایی است که تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند. ژنوتیپ می‌تواند بر قابلیت سبز شدن گیاهچه، همچنین ظرفیت پنجه‌زنی و شاخه‌دهی، تعداد گل آذین و گل‌هایی که دانه تولید می‌کند و حتی اندازه دانه، میزان مواد فتوسنتزی تولیدشده و چگونگی تخصیص این مواد فتوسنتزی اثر بگذارد. محیط نیز می‌تواند بیان ژنتیکی را تعدیل نماید (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۳). در تامین مواد غذایی مورد نیاز بشر، غلات بیش از سایر گیاهان نقش داشته و در این راستا برنج پس از گندم مهم‌ترین منبع غذایی انسان به‌شمار می‌رود و برای نیمی از مردم جهان به عنوان غذای اصلی محسوب می‌گردد. عملکرد دانه برنج و اجزای آن نیز همانند سایر محصولات زراعی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). به‌طور کلی عملکرد دانه گیاهان زراعی نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های فتوسنتزکننده به دانه آن‌ها می‌باشد. منابع اصلی تامین‌کننده مواد ذخیره‌شده در دانه‌ها نزدیک‌ترین اندام‌های سبز به دانه‌ها می‌باشند که شامل گل آذین و نزدیک‌ترین برگ‌ها به گل آذین است (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در مراحل خاصی از نمو گیاهی، مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز فرآیندهای رشد و نمو تولید می‌شود این مواد به صورت ترکیبات غیر ساختمانی در اندام‌های رویشی گیاه مانند ساقه، غلاف و برگ‌ها ذخیره شده و به دنبال تشکیل

مقصدهای فیزیولوژیکی قوی، طی فرآیند انتقال مجدد<sup>۱</sup> به طرف دانه‌ها حرکت می‌کنند. (Evans (1996 و Egli (1999 گزارش دادند که عملکرد یک گیاه نتیجه نهایی تولید مواد پرورده به وسیله برگ‌ها (منبع) و انتقال این مواد به دانه در حال رشد (مخزن) به منظور تولید نشاسته، چربی و پروتئین می‌باشد. وی همچنین بیان نمود که ایجاد پوشش یا سایه روی گیاه سویا همواره به‌طور معنی‌داری سرعت رشد هر دانه را کاهش می‌دهد (۲۳-۹٪)، این موضوع نشان می‌دهد که در گیاه مورد نظر، منبع محدودکننده بوده است. (Singh & Jenner (1984 گزارش کردند که ممانعت از انجام فرآیند فتوسنتز در طول دوره پرشدن دانه‌ها می‌تواند ناشی از بروز برخی تنش‌های محیطی مثل استرس سایه‌اندازی و یا کمبود آب که باعث کاهش شدید ماده خشک دانه می‌گردد باشد. این مطالعات به وضوح نشان می‌دهد که تا زمانی که آسیمیلات‌های موجود به اندازه کافی در دسترس گیاه نباشد، پتانسیل رشد دانه محقق نخواهد شد. (Cock & Yoshida (1971 نشان دادند که حدود ۲۰ درصد کربوهیدرات‌های دانه حاصل از کربوهیدرات‌هایی است که پیشتر ذخیره شده‌اند. عوامل کاهش‌دهنده رشد گیاه مثل تنش آب، کمبود یا سمیت عناصر غذایی یا دمای کم یا زیاد نیز انتقال مواد فتوسنتزی در گیاهان را کاهش می‌دهند. (Richard (1982 در آزمایشی نشان داد که هوای سرد باعث کاهش انتقال مواد می‌شود.

چون روند توزیع مواد پرورده بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد موثر است، فیزیولوژیست‌ها و

۱- Remobilization.

شاهد) بود. زمان ایجاد پوشش، از ده روز قبل از خوشه‌دهی شروع شد و تا ده روز بعد از خوشه‌دهی ادامه یافت و ایجاد پوشش بر روی کرت‌ها توسط دو نوع پارچه ململ (تنظیف) سیاه و سفید صورت گرفت. پوشش‌ها به گونه‌ای بود که، تمام سطح فوقانی و قسمت‌های کناری سطوح مختلف گیاه را می‌گرفتند که با توجه به تحقیق مورد نظر از دو لایه پارچه ململ (تنظیف) سیاه به منظور سایه‌اندازی سنگین، یک لایه پارچه ململ (تنظیف) سیاه به منظور ایجاد سایه‌اندازی متوسط و استفاده از یک لایه پارچه ململ (تنظیف) سفید به منظور اعمال تیمار سایه‌اندازی سبک استفاده گردید (Singh & Jenner, 1984). نشاءها با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و در زمینی به ابعاد ده متر مربع در بیست ردیف نشاءکاری شدند. مبارزه با علف‌های هرز و سایر عملیات داشت از قبیل مبارزه با آفات و بیماری‌ها و غیره طبق دستورالعمل فنی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام گرفت. قبل از مصرف کود یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری زمین محل اجرای آزمایش جهت تجزیه خاک گرفته شده و میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک و به‌طور یکنواخت در همه کرت‌ها اعمال گردید. کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۴۸، ۷۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منابع اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم مورد استفاده قرار گرفت. تمامی فسفر، پتاسیم و نیمی از نیتروژن در هنگام نشاءکاری و بقیه نیتروژن با دو مقدار مساوی در ابتدای پنجه‌زنی و شروع خوشه‌دهی به صورت سرک به خاک اضافه شدند. برای محاسبه انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی نظیر ساقه و برگ‌ها در مرحله ۵۰ درصد گلدهی ده بوته به‌طور تصادفی از خطوط میانی هر

متخصصین زراعت به دنبال آگاهی از روند توزیع مواد پرورده در گیاهان و چگونگی تسهیم آن‌ها بر عملکرد و روند توزیع آن می‌باشند (Moon *et al.*, 1994). نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که با اصلاح روابط بین منبع و مخزن، پرشدن دانه‌ها به خوبی صورت خواهد گرفت (Egli & Bruening, 2001; Yoshida, 1981; ) (Eradatmand Asli & Hoshmandfar, 2011)، Tahmasbi Sarvestani *et al* (1998) و مجددی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در زمان بروز تنش‌های محیطی، انتقال مجدد ماده خشک در پرکردن دانه‌ها نقش موثری دارند و رفتار اندام‌های هوایی در انتقال مجدد ماده پرورده ذخیره‌شده به دانه‌ها متفاوت بوده و ساقه‌ها و برگ‌ها به ترتیب نقش بیشتری در انتقال مجدد ماده خشک ایفا می‌کنند.

در این تحقیق تلاش بر این بوده است تا با توجه به مقایسه فیزیولوژی ارقام قدیم و جدید و اعمال تیمارهای سایه‌اندازی (محدودیت منبع)، انتقال مجدد ماده خشک و تعیین سهم اندام‌های مختلف در تامین ماده خشک دانه در ارقام مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز خدمات کشاورزی شهرستان رضوانشهر با ۴۹ درجه و ۸ دقیقه شمالی و ۳۷ و ۳۲ دقیقه شرقی با ده متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. فاکتور رقم دارای دو سطح (هاشمی و هیبرید بهار I) و فاکتور اعمال تیمار در چهار سطح (سایه‌اندازی سبک، سایه‌اندازی متوسط، سایه‌اندازی سنگین و

کرت انتخاب و پس از تفکیک قسمت‌های ذکر شده و توزین وزن تر کل نمونه، تعداد ده پنجه اصلی به طور تصادفی انتخاب و جهت خشک شدن در آون به مدت ۴۸ ساعت در ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. همین عمل در مرحله رسیدگی انجام گرفت و از تفاضل آن میزان ماده خشک منتقل شده در همه ارقام و تیمارها تعیین گردید. میزان انتقال مجدد ماده خشک در هر بوته پس از محاسبه بر اساس تراکم بوته در واحد سطح و تبدیل داده‌ها به صورت کیلوگرم در هکتار مورد ارزیابی قرار گرفت. در زمان برداشت، وزن ۱ مترمربع از وسط هر کرت برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری عملکرد پس از مرحله رسیدگی کامل، محصول پس از حذف حاشیه، ۱ مترمربع از منطقه اعمال تیمار شده برداشت و پس از خرم‌کوبی، عملکرد آن بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. برای محاسبات آماری و رسم نمودارها از نرم افزارهای رایانه‌ای *MSTATC*، *Excel* و برای مقایسه میانگین از روش چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

### نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد، اختلاف معنی‌داری را در بین سطوح مختلف سایه‌اندازی نشان می‌دهد و اثر متقابل تیمار در ارقام نیز بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد (جدول ۱). در میان تیمارهای سایه‌اندازی بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد با  $6370/1 \text{ kg/ha}$  بود که اختلاف معنی‌داری با سه سطح دیگر تنش داشت. تیمار سایه‌اندازی سبک عملکرد دانه را در رقم هاشمی  $12/4$  درصد و در رقم هیبرید  $9/9$  درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. تیمار سایه‌اندازی

متوسط موجب کاهش  $36/6$  درصد برای رقم هاشمی و  $31/6$  درصد برای رقم هیبرید نسبت به تیمار شاهد شد. تیمار سایه‌اندازی سنگین نیز بیشترین کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد را برای هر دو رقم هاشمی و هیبرید به ترتیب به میزان  $62/4$  و  $60/2$  درصد نشان داد. رقم هیبرید با  $6573/6 \text{ kg/ha}$  بیشترین عملکرد و رقم هاشمی با  $2745/8 \text{ kg/ha}$  کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) در وزن هزار دانه ارقام تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. اما اثر متقابل بین رقم و تنش اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داد. نتایج مربوط به مقایسه میانگین وزن هزار دانه بین تیمارها نشان داد که تیمار شاهد دارای بیشترین وزن هزار دانه ( $23/3$  گرم) نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. تیمار سایه‌اندازی سبک و متوسط و سنگین به ترتیب  $7/2$  و  $23/2$  و  $53/5$  درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد داشتند. رقم هاشمی نیز دارای وزن هزار دانه بیشتر ( $24/1$  گرم) در مقایسه با رقم هیبرید ( $22/1$  گرم) بود (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) طول خوشه، اختلاف معنی‌داری را بین ارقام و تیمارها در سطح ۱ درصد نشان می‌دهد. حال آنکه اثر متقابل رقم و تنش سایه‌اندازی اختلاف معنی‌داری نداشت. اعمال تیمارهای سایه‌اندازی موجب کاهش طول خوشه نسبت به تیمار شاهد شدند. در این میان، تیمار سایه‌اندازی سنگین با طول  $24/1$  سانتی‌متر بیشترین کاهش را نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ۲). رقم هاشمی با  $27/9$  سانتی‌متر طول خوشه بلندتری نسبت به رقم هیبرید با طول  $26/9$  سانتی‌متر داشت (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در خوشه (جدول ۱)، نشان می‌دهد که بین ارقام و

بیولوژیک بیشتر با  $12705/8 \text{ kg/ha}$  در مقایسه با رقم هاشمی با  $6047/5 \text{ kg/ha}$  بود (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) شاخص برداشت، اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف سایه اندازی وجود دارد. اثر متقابل تیمار در ارقام نیز بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد می باشد. در میان تیمارهای سایه اندازی بیشترین میزان شاخص برداشت مربوط به تیمار شاهد با  $52/3$  درصد بود که اختلاف معنی داری با سه سطح دیگر تنش داشت. تیمارهای سایه اندازی سبک، متوسط و سنگین به ترتیب با  $4/4$ ،  $12/14$  و  $20/85$  درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در رده های بعدی قرار داشتند (جدول ۲). رقم هیبرید بهار I با  $50/2$  درصد بیشترین و رقم هاشمی با  $44/6$  درصد کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) انتقال مجدد ماده خشک، نشان داد که بین ارقام از نظر میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه و برگ ها تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. همچنین بررسی تأثیر سطوح مختلف سایه اندازی و اثرات متقابل ارقام و تیمارها نشان دهنده وجود اختلاف معنی داری در سطح آماری ۱ درصد می باشد. با توجه به جدول شماره ۲، رقم هیبرید با  $1003 \text{ kg/ha}$  بیشترین و رقم هاشمی با  $863/5 \text{ kg/ha}$  کمترین میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه را دارا بودند. همچنین بیشترین و کمترین ماده خشک انتقال یافته از برگ به ترتیب در رقم هیبرید با  $177/8 \text{ kg/ha}$  و رقم هاشمی با  $159/8 \text{ kg/ha}$  مشاهده شد.

تیمارهای تنش سایه اندازی اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. اثر متقابل رقم و تنش نیز بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد. با توجه به جدول شماره ۲، کلیه تیمارهای سایه اندازی (محدودیت منبع) باعث کاهش معنی داری بر روی تعداد دانه در خوشه شدند. تیمار سایه اندازی سبک با  $145/3$  عدد کمترین و تیمار سایه اندازی سنگین با  $108/8$  عدد بیشترین کاهش تعداد دانه در خوشه را نسبت به تیمار شاهد داشتند. رقم هیبرید با  $186/6$  عدد بیشترین تعداد دانه و رقم هاشمی با  $86/5$  عدد کمترین تعداد دانه در خوشه را داشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) تعداد خوشه چه در خوشه، اختلاف معنی داری را بین سطوح سایه اندازی نشان می دهد. در میان تیمارهای سایه اندازی بیشترین تعداد خوشه چه در خوشه مربوط به تیمار شاهد با  $30/3$  عدد بود و کمترین در سایه اندازی سنگین با  $15/8$  عدد می باشد (جدول ۲). رقم هیبرید دارای تعداد خوشه چه بیشتری ( $30/8$  عدد) در مقایسه با رقم هاشمی ( $16/1$  عدد) بود که این اختلاف معنی داری بود (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) عملکرد بیولوژیک، اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد میان ارقام و تنش و اثر متقابل تنش با رقم را نشان می دهد. بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده کاهش عملکرد بیولوژیک بر اثر اعمال تیمارهای سایه اندازی نسبت به تیمار شاهد می باشد. بیشترین کاهش عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار سایه اندازی سنگین بود ( $54/3$  درصد). تیمارهای سایه اندازی عملکرد بیولوژیک ارقام هیبرید و هاشمی را به ترتیب به میزان  $26/01$  و  $29/8$  درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۲). رقم هیبرید دارای عملکرد

### بحث و نتیجه گیری

در ارتباط با نتایج به دست آمده (جدول ۳) از عملکرد دانه در واحد سطح، شاید دلیل کاهش عملکرد در میان ارقام در نتیجه کاهش تولید مواد فتوسنتزی به علت کاهش نور دریافتی برای اندام‌های تولیدکننده این مواد از طریق اعمال تیمارهای سایه اندازی می‌باشد. به طوری که این کاهش در رقم هاشمی بیشتر بود. شاید دلیل بیشتر بودن عملکرد در رقم هیبرید، توانایی بیشتر تشکیل خوشه چه در هر خوشه می‌باشد که این امر موجب ایجاد مخزن بزرگتر و فعالیت بیشتر آن گردیده است. بنابراین نتایج حاصله نشان‌دهنده محدودیت منبع در این رقم (هاشمی) می‌باشد که درصد عکس‌العمل در آن بالاتر بوده است، *Hiraoka et al (1992)* نیز گزارش مشابهی را بیان کردند. با توجه به نتایج ارائه شده در رابطه با وزن هزار دانه، شاید این کاهش وزن به علت کاهش نور موثر فتوسنتزی بوده که موجب کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم شده و در نهایت باعث کاهش وزن دانه گردیده است. همچنین ممکن است افزایش رقابت بین بوته‌ای نیز در اثر اعمال تنش (تیمار سایه‌اندازی) سبب کاهش وزن هزاردانه شده باشد. نتایج مشابه مبنی بر کاهش وزن هزاردانه به دلیل کاهش آسیمیلات‌های قابل دسترس بر اثر بروز تنش‌های محیطی توسط *Cantagallo & Hall (2002)* ارائه شده است. طبق جدول ۳ در ارتباط با طول خوشه، اعمال تیمارهای سایه‌اندازی باعث کاهش معنی‌دار طول خوشه شدند. شاید دلیل این کاهش در نتیجه بروز برخی تغییرات در ابتدای دوره گلدهی (بر اثر اعمال تنش) بوده که شاید مهم‌ترین آن، تأثیر مستقیم بر روی اندازه تخمدان و همچنین کاهش منابع تولید

آسیمیلات باشد، در این ارتباط نتایج مشابهی توسط *Yoshida (1983)* و *Singh & Jenner (1984)* ارائه شده است. در ارتباط با نتایج به دست آمده از تعداد دانه در خوشه، شاید دلیل کاهش تعداد دانه در خوشه در نتیجه کاهش تولید منبع طی یک هفته قبل از گلدهی تا آغاز مرحله گلدهی به علت کاهش شدت نور تحت تأثیر تنش سایه‌اندازی دانست که عامل مهمی در عقیم شدن گل‌ها بوده که این امر در نهایت منجر به کاهش تعداد دانه در خوشه می‌گردد. در همین راستا *Yoshida (1981)* نشان داد، تعداد بیشتر دانه در خوشه (به خصوص ارقام جدید)، با یک نسبت بزرگتر خوشه به کل وزن خشک اندام‌های هوایی در مرحله گلدهی و اختصاص بیشتر مواد پرورده برای تشکیل خوشه (و کمتر برای ساختار رویشی) در طی دوره دو هفته‌ای قبل از گلدهی ارتباط دارد. این دوره زمانی است که برگ پرچم و برگ‌هایی که از نظر جنبه تولید مواد فتوسنتزی در طی پرشدن دانه مهم‌ترین برگ‌های گیاه محسوب می‌شوند شکل می‌گیرند. بنابراین وقوع هر نوع تنش در این زمان که باعث کاهش فتوسنتز شود، موجب کاهش تقاضای مخزن (تعداد دانه در خوشه) و هم تأمین منبع برای مواد فتوسنتزی می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده از عملکرد بیولوژیک، تیمارهای سایه‌اندازی همگی موجب کاهش عملکرد بیولوژیک در هر دو رقم نسبت به تیمار شاهد شدند. شاید تیمارهای سایه‌اندازی موجب کاهش قدرت فتوسنتز تک بوته در واحد سطح شده و در نتیجه هر چه میزان سطوح سایه‌اندازی سنگین‌تر باشد عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد اختلاف بیشتری خواهد داشت. همچنین دلیل اختلاف معنی‌دار بین ارقام را می‌توان عامل انتقال مجدد در نظر گرفت که شاید رقم هیبرید توانایی انتقال مواد ذخیره‌ای

بیشتری نسبت به رقم هاشمی داشته و هنگام ایجاد محدودیت منبع (سایه‌اندازی) توانسته است با انتقال مجدد ماده خشک بیشتر، روند رشد را پیش برده و از کاهش چشمگیر عملکرد نسبت به تیمار شاهد تا حدودی جلوگیری کند. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیقات (Alkio *et al* (2003) و Patro & Sohu (1986) مطابقت دارد. نتایج به دست آمده از شاخص برداشت نیز نشان می‌دهد که با افزایش سطوح سایه‌اندازی از سبک به متوسط و سنگین تغییر در عملکرد اقتصادی به بیولوژیک به وجود آمد که شاید علت آن تأثیر بیشتر وزن هزاردانه نسبت به تعداد دانه در عملکرد در واحد سطح می‌باشد. در همین رابطه Wada & Wada (1991) و Patro & Sohu (1986) نشان دادند که کاهش شدت نور به علت سایه‌اندازی، عامل مهمی در کاهش ماده خشک در گیاه بوده که این موضوع در نهایت منجر به کاهش شاخص برداشت در برنج می‌شود. نتایج به دست آمده در ارتباط با میزان انتقال مجدد ماده خشک، نشان می‌دهد که اعمال تیمارهای سایه‌اندازی سبک و متوسط باعث افزایش معنی‌دار انتقال مجدد ماده خشک ساقه و برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. ممکن است بیشتر بودن میزان انتقال مواد در این دو تیمار ناشی از وجود مواد ذخیره‌ای کافی در بخش‌های رویشی و انتقال بیشتر آن در زمان بروز شرایط محیطی تنش‌زا باشد. اعمال تیمار سایه‌اندازی سنگین موجب کاهش معنی‌دار انتقال ماده خشک نسبت به تیمار شاهد گردید. شاید در گیاهان تحت تیمارهای شاهد و سایه‌اندازی سنگین به ترتیب بالابودن فتوسنتز جاری و کم‌بودن مواد ذخیره‌ای کافی باعث کاهش انتقال مجدد ماده خشک گردیده است. (Rawson & Evans (1971

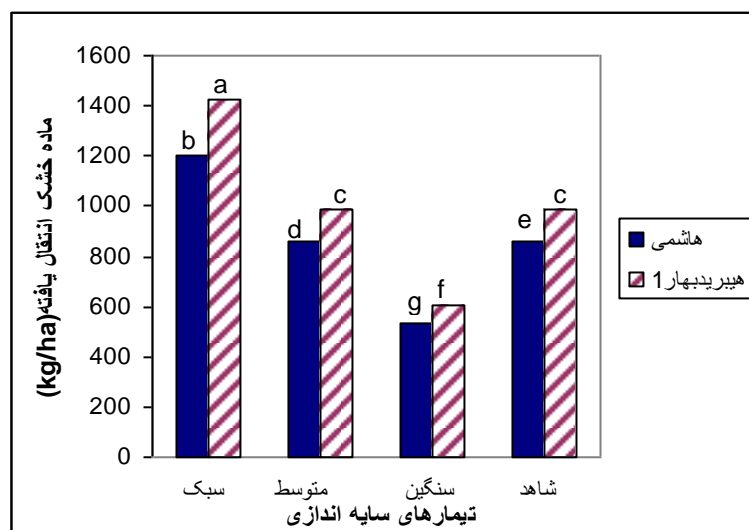
Yang *et al* (2001) بیان داشتند که کارایی بخش‌های رویشی در انتقال مجدد ماده خشک به وزن خشک این اندام‌ها در مرحله گرده‌افشانی بستگی دارد، وزن خشک بیشتر بخش‌های رویشی در این مرحله به مشارکت بیشتر ماده خشک ذخیره‌شده در انتقال مجدد به دانه و بهبود عملکرد در شرایط تنش منتهی می‌شود. در بین ارقام رقم هیبرید بیشترین انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و برگ را نسبت به رقم هاشمی داشت. شاید دلیل کاهش انتقال در رقم هاشمی نسبت به رقم هیبرید این بوده که به‌طور متداول ارقام دارای محدودیت مخزن به خصوص ارقام محلی (هاشمی) که دارای ارتفاع بلندتری هستند انتقال مجدد کمتری دارند، Tahmasbi Sarvestani & Pirdashty (1998) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. در میان اندام‌های هوایی ساقه بیشترین انتقال مجدد ماده خشک را دارا بود که بیشترین نقش را در پرکردن دانه از نظر انتقال مجدد ماده خشک را در زمان بروز تنش داشت. به‌طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در زراعت برنج، تأمین نور لازم برای تولید بیوماس کافی و افزایش دوره رشد و در نتیجه بالابردن تولید ماده خشک ضرورت دارد و نور (شدت نور) به عنوان یکی از محدودکننده‌ترین عوامل محیطی در طول دوره رشد رویشی و به‌خصوص دوره رشد زایشی محسوب و کمبود آن منجر به کاهش سرعت و میزان فتوسنتز در گیاهان برنج می‌گردد و همچنین رفتار ارقام برنج و اندام‌های هوایی از نظر انتقال مجدد ماده خشک، تحت تأثیر سطوح مختلف سایه‌اندازی (شدت‌های نوری مختلف) متفاوت می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان گفت که ارقام اصلاح‌شده برنج مقاومت بیشتری در شرایط نور کم نسبت به ارقام بومی

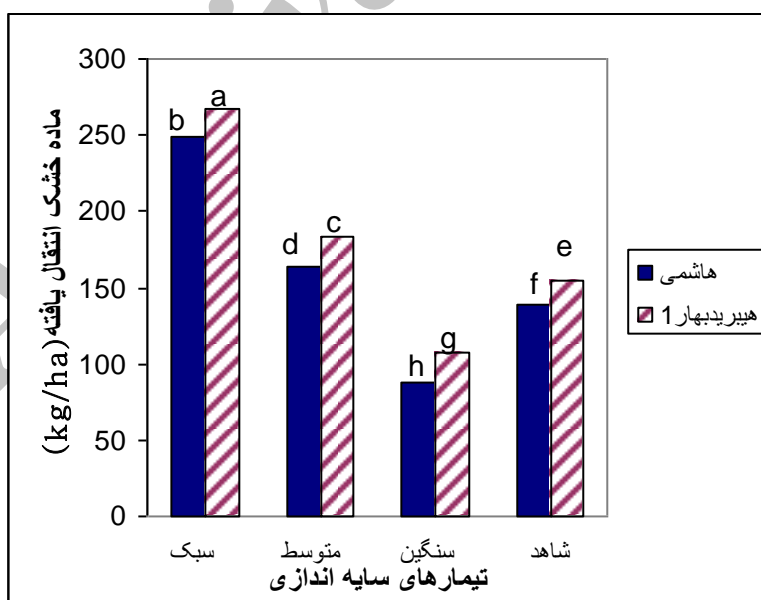
بیشتری نسبت به رقم هاشمی داشته و هنگام ایجاد محدودیت منبع (سایه‌اندازی) توانسته است با انتقال مجدد ماده خشک بیشتر، روند رشد را پیش برده و از کاهش چشمگیر عملکرد نسبت به تیمار شاهد تا حدودی جلوگیری کند. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیقات (Alkio *et al* (2003) و Patro & Sohu (1986) مطابقت دارد. نتایج به دست آمده از شاخص برداشت نیز نشان می‌دهد که با افزایش سطوح سایه‌اندازی از سبک به متوسط و سنگین تغییر در عملکرد اقتصادی به بیولوژیک به وجود آمد که شاید علت آن تأثیر بیشتر وزن هزاردانه نسبت به تعداد دانه در عملکرد در واحد سطح می‌باشد. در همین رابطه Wada & Wada (1991) و Patro & Sohu (1986) نشان دادند که کاهش شدت نور به علت سایه‌اندازی، عامل مهمی در کاهش ماده خشک در گیاه بوده که این موضوع در نهایت منجر به کاهش شاخص برداشت در برنج می‌شود. نتایج به دست آمده در ارتباط با میزان انتقال مجدد ماده خشک، نشان می‌دهد که اعمال تیمارهای سایه‌اندازی سبک و متوسط باعث افزایش معنی‌دار انتقال مجدد ماده خشک ساقه و برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. ممکن است بیشتر بودن میزان انتقال مواد در این دو تیمار ناشی از وجود مواد ذخیره‌ای کافی در بخش‌های رویشی و انتقال بیشتر آن در زمان بروز شرایط محیطی تنش‌زا باشد. اعمال تیمار سایه‌اندازی سنگین موجب کاهش معنی‌دار انتقال ماده خشک نسبت به تیمار شاهد گردید. شاید در گیاهان تحت تیمارهای شاهد و سایه‌اندازی سنگین به ترتیب بالابودن فتوسنتز جاری و کم‌بودن مواد ذخیره‌ای کافی باعث کاهش انتقال مجدد ماده خشک گردیده است. (Rawson & Evans (1971

تولید در گیاه برنج، کشت ارقام اصلاح شده مانند هیبرید ۱ در الویت بیشتر نسبت به ارقام بومی مثل هاشمی قرار داد.

دارند. بنابراین از آنجا که استرس نور کم در استان گیلان با در نظر گرفتن متوسط ساعات آفتابی روزانه از استرس های شایع این منطقه تحت کشت برنج است پیشنهاد می گردد، جهت دستیابی به پایداری



شکل ۱- انتقال مجدد ماده خشک ساقه در ارقام برنج و تیمارهای اعمال شده



شکل ۲- انتقال مجدد ماده خشک برگ در ارقام برنج و تیمارهای اعمال شده



جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سایه‌اندازی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد در دو رقم برنج

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات      |                        |                         |                       |                            |                             |                       |                          |                        |
|-------------|------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
|             |            | طول خوشه            | تعداد خوشچه            | تعداد دانه در خوشه      | وزن هزار دانه         | عملکرد دانه                | عملکرد بیولوژیک             | شاخص برداشت           | انتقال مجدد ساقه         | انتقال مجدد برگ        |
| تکرار       | ۲          | ۰/۰۱۸ <sup>ns</sup> | ۵/۳۷۵ <sup>ns</sup>    | ۷/۱۶۷ <sup>ns</sup>     | ۰/۰۸۲ <sup>ns</sup>   | ۳ <sup>ns</sup>            | ۲۲۸۰۴/۱۶۷ <sup>**</sup>     | ۰/۰۳۳ <sup>ns</sup>   | ۲۱/۸۷۵ <sup>**</sup>     | ۰/۵ <sup>ns</sup>      |
| رقم         | ۱          | ۶/۱ <sup>**</sup>   | ۱۲۷۶/۰۴۲ <sup>**</sup> | ۵۵۴۸۸/۱۶۷ <sup>**</sup> | ۲۲/۰۸۰ <sup>**</sup>  | ۸۷۹۱۳۸۴۸/۱۶۷ <sup>**</sup> | ۲۶۶۰۰۰۴۱۶/۶۶۷ <sup>**</sup> | ۱۹۰/۸۵۸ <sup>**</sup> | ۱۱۵۰۹۳/۵ <sup>**</sup>   | ۱۸۰۲/۶۶۷ <sup>**</sup> |
| سایه‌اندازی | ۳          | ۳۸/۵۱ <sup>**</sup> | ۲۴۹/۵۷ <sup>**</sup>   | ۲۴۴۹/۶۱۱ <sup>**</sup>  | ۳۰۲/۷۳۹ <sup>**</sup> | ۲۰۰۴۷۵۸۴/۲۷۸ <sup>**</sup> | ۵۰۳۷۶۶/۱۱۱ <sup>**</sup>    | ۱۳۷/۰۷ <sup>**</sup>  | ۵۵۰۱۹۴/۷۷۸ <sup>**</sup> | ۲۴۱۱/۵۸۳ <sup>**</sup> |
| اثر متقابل  | ۳          | ۰/۰۳۳ <sup>ns</sup> | ۴۳/۳۷۵ <sup>**</sup>   | ۱۳/۳۸۹ <sup>*</sup>     | ۰/۲۲ <sup>*</sup>     | ۴۱۵۵۶۰۹/۶۱۱ <sup>**</sup>  | ۹۴۸۷۷۳۸/۸۸۹ <sup>**</sup>   | ۲/۰۲۳ <sup>**</sup>   | ۷۰۵۴/۲۷۸ <sup>**</sup>   | ۹۹/۵۸۳ <sup>**</sup>   |
| خطا         | ۱۴         | ۰/۰۱۱ <sup>ns</sup> | ۲/۹۹۴ <sup>ns</sup>    | ۶/۸۸۱ <sup>ns</sup>     | ۰/۰۴ <sup>ns</sup>    | ۵/۰۴۸ <sup>ns</sup>        | ۱۸۳۲/۷۳۸ <sup>ns</sup>      | ۰/۲۰۳ <sup>ns</sup>   | ۱/۶۸۵ <sup>ns</sup>      | ۱/۳۸۱ <sup>ns</sup>    |
| %CV         |            | ۲/۳۹                | ۷/۳۲                   | ۱۱/۹۵                   | ۳/۸۶                  | ۱۰/۰۵                      | ۲۲/۴                        | ۵/۹۵                  | ۴/۱۷                     | ۳/۳۱                   |

\*\* معنی‌دار در سطح یک درصد \* معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ns = عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و برگ و عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج

| عامل<br>Factor | اعمال تیمارهای سایه<br>اندازی (محدودیت منبع) | طول خوشه<br>(cm)  | تعداد دانه<br>در خوشه | تعداد خوشه چه<br>در خوشه | وزن هزار<br>دانه (gr) | عملکرد دانه<br>(kg/ha) | عملکرد<br>بیولوژیک<br>(kg/ha) | شاخص<br>برداشت<br>(%) | انتقال مجدد<br>ساقه<br>(kg/ha) | انتقال مجدد<br>برگ<br>(kg/ha) |
|----------------|--|-------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Light          | سایه اندازی سبک                              | ۲۸/۹ <sup>b</sup> | ۱۴۵/۳ <sup>b</sup>    | ۲۶/۵ <sup>b</sup>        | ۲۷/۲ <sup>b</sup>     | ۵۷۴۱ <sup>b</sup>      | ۱۱۱۸۶/۶ <sup>b</sup>          | ۵۰/۰۲ <sup>b</sup>    | ۱۳۱۵ <sup>a</sup>              | ۲۵۷/۸ <sup>a</sup>            |
| Moderate       | سایه اندازی متوسط                            | ۲۶/۸ <sup>c</sup> | ۱۲۹/۱ <sup>c</sup>    | ۲۱/۳ <sup>c</sup>        | ۲۲/۵ <sup>c</sup>     | ۴۲۷۲ <sup>c</sup>      | ۹۰۹۸/۳ <sup>c</sup>           | ۴۵/۹ <sup>c</sup>     | ۹۲۶ <sup>b</sup>               | ۱۷۳/۳ <sup>b</sup>            |
| Heavy          | سایه اندازی سنگین                            | ۲۴/۱ <sup>d</sup> | ۱۰۸/۸ <sup>d</sup>    | ۱۵/۸ <sup>d</sup>        | ۱۳/۳ <sup>d</sup>     | ۲۲۵۵/۸ <sup>d</sup>    | ۵۳۹۶/۶ <sup>d</sup>           | ۴۱/۴ <sup>d</sup>     | ۵۷۰ <sup>d</sup>               | ۹۷/۶ <sup>d</sup>             |
| Control        | شاهد   | ۲۹/۸ <sup>a</sup> | ۱۵۵ <sup>a</sup>      | ۳۰/۳ <sup>a</sup>        | ۲۹/۳ <sup>a</sup>     | ۶۳۷۰/۱ <sup>a</sup>    | ۱۱۸۲۴/۳ <sup>a</sup>          | ۵۲/۳ <sup>a</sup>     | ۹۲۰/۵ <sup>c</sup>             | ۱۴۶/۵ <sup>c</sup>            |
| Cultivars      | ارقام  |                   |                       |                          |                       |                        |                               |                       |                                |                               |
| Hashemi        | هاشمی  | ۲۷/۹ <sup>a</sup> | ۸۶/۵ <sup>b</sup>     | ۱۶/۱ <sup>b</sup>        | ۲۴/۱ <sup>a</sup>     | ۲۷۴۵/۸ <sup>b</sup>    | ۶۰۴۷/۵ <sup>b</sup>           | ۴۴/۶ <sup>b</sup>     | ۸۶۳/۵ <sup>b</sup>             | ۱۵۹/۸ <sup>b</sup>            |
| Bahar 1        | بهار ۱                                       | ۲۶/۹ <sup>b</sup> | ۱۸۲/۶ <sup>a</sup>    | ۳۰/۸ <sup>a</sup>        | ۲۲/۱ <sup>b</sup>     | ۶۵۷۳/۶ <sup>a</sup>    | ۱۲۷۰۵/۸ <sup>a</sup>          | ۵۰/۲ <sup>a</sup>     | ۱۰۰۳ <sup>a</sup>              | ۱۷۷/۸ <sup>a</sup>            |

● میانگین های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل اجزاء عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک اندام های هوایی ارقام برنج با سطوح مختلف سایه اندازی

| منابع تغییرات            | V <sub>1</sub> S <sub>0</sub> | V <sub>1</sub> S <sub>1</sub> | V <sub>1</sub> S <sub>2</sub> | V <sub>1</sub> S <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> S <sub>0</sub> | V <sub>2</sub> S <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> S <sub>2</sub> | V <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| طول خوشه (cm)            | ۳۰/۳ <sup>a</sup>             | ۲۹/۳۷ <sup>b</sup>            | ۲۷/۲ <sup>d</sup>             | ۲۴/۷ <sup>f</sup>             | ۲۹/۳۸ <sup>b</sup>            | ۲۸/۴ <sup>c</sup>             | ۲۶/۳ <sup>e</sup>             | ۲۳/۵ <sup>g</sup>             |
| تعداد دانه در خوشه       | ۱۰۵/۳ <sup>c</sup>            | ۹۶/۳ <sup>f</sup>             | ۸۲/۶ <sup>g</sup>             | ۶۱/۵ <sup>h</sup>             | ۲۰۴/۶ <sup>a</sup>            | ۱۹۴/۳ <sup>b</sup>            | ۱۷۵/۵ <sup>c</sup>            | ۱۵۶ <sup>d</sup>              |
| تعداد خوشه چه در خوشه    | ۲۰ <sup>d</sup>               | ۱۷/۶ <sup>d</sup>             | ۱۵/۳ <sup>ed</sup>            | ۱۱/۷ <sup>fed</sup>           | ۴۰/۶ <sup>a</sup>             | ۳۵/۷ <sup>b</sup>             | ۲۷/۳ <sup>c</sup>             | ۲۰ <sup>d</sup>               |
| وزن هزار دانه (gr)       | ۳۰/۵ <sup>a</sup>             | ۲۸/۰۵ <sup>b</sup>            | ۲۳/۳ <sup>d</sup>             | ۱۴/۵ <sup>f</sup>             | ۲۸/۲ <sup>b</sup>             | ۲۶/۴ <sup>c</sup>             | ۲۱/۸ <sup>e</sup>             | ۱۲/۲ <sup>g</sup>             |
| عملکرد دانه (kg/ha)      | ۳۷۷۸ <sup>d</sup>             | ۳۳۰۹/۶ <sup>e</sup>           | ۲۳۹۲/۳ <sup>g</sup>           | ۱۵۰۳/۳ <sup>h</sup>           | ۸۹۶۲/۳ <sup>a</sup>           | ۸۱۷۲/۲ <sup>b</sup>           | ۶۱۵۱/۶ <sup>c</sup>           | ۳۰۰۸/۳ <sup>f</sup>           |
| عملکرد بیولوژیک (kg/ha)  | ۷۷۱۶/۶ <sup>d</sup>           | ۷۰۵۳/۳ <sup>e</sup>           | ۵۵۰۳/۲ <sup>g</sup>           | ۳۹۱۶/۶ <sup>h</sup>           | ۱۵۹۳۳/۳ <sup>a</sup>          | ۱۵۳۲۰ <sup>b</sup>            | ۱۲۶۹۳/۳ <sup>c</sup>          | ۶۸۷۶/۶ <sup>f</sup>           |
| شاخص برداشت (%)          | ۴۸/۹ <sup>c</sup>             | ۴۶/۸ <sup>d</sup>             | ۴۳/۴ <sup>e</sup>             | ۳۹/۲ <sup>f</sup>             | ۵۵/۷ <sup>a</sup>             | ۵۳/۲ <sup>b</sup>             | ۴۸/۴ <sup>c</sup>             | ۴۳/۶ <sup>e</sup>             |
| انتقال مجدد ساقه (kg/ha) | ۸۵۷ <sup>d</sup>              | ۱۱۹۹ <sup>b</sup>             | ۸۶۲ <sup>d</sup>              | ۵۳۷/۳ <sup>f</sup>            | ۹۸۴ <sup>c</sup>              | ۱۴۲۷ <sup>a</sup>             | ۹۹۰ <sup>c</sup>              | ۶۰۳/۶ <sup>e</sup>            |
| انتقال مجدد برگ (kg/ha)  | ۱۳۹ <sup>e</sup>              | ۲۴۹ <sup>b</sup>              | ۱۶۳/۶ <sup>d</sup>            | ۸۷/۶ <sup>h</sup>             | ۱۵۴ <sup>f</sup>              | ۲۶۶/۶ <sup>a</sup>            | ۱۸۳ <sup>c</sup>              | ۱۰۷/۶ <sup>g</sup>            |

S<sub>0</sub>: شاهد S<sub>1</sub>: سایه اندازی سبک S<sub>2</sub>: سایه اندازی متوسط S<sub>3</sub>: سایه اندازی سنگین

V<sub>1</sub>: رقم هاشمی V<sub>2</sub>: رقم هیبرید بهار I

• میانگین های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

## منابع

- اخوت، م.، و د. و کیلی. ۱۳۷۶. برنج (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات فارابی.
- سرمدنیا، غ.، و ع. کوچکی. ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاهی مشهد.
- مجدی، م.، م. ر. جلال کمالی، م. اسماعیل زاده مقدم، د. ارادتمند اصلی، ن. مرادی، و س. طهماسبی. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد دانه، صفات فیزیولوژیک و کربوهیدرات‌های محلول ساقه در ژنوتیپ‌های گندم بهاره. مجله علوم زراعی ایران. ۷۹: ۲۷-۳۵.
- Alkio, M., A. Schubert, W. Diepenbrock, and E. Grimm. 2003. Effect of source – sink ration on seed set and filling in sunflower (*Helianthus Annuus L.*) plant, cell and Environment. 26: 1609 – 1619.
- Cantagallo, J.E., and A.J.Hall. 2002. Seed number in sunflower as affected by light stress during the floret differentiation interval. *Field Crops Res.* 74, 173 – 181.
- Cock, H., and S. Yoshida. 1971. Accumulation of C<sup>14</sup> labeled carbohydrate before flowering and in subsequent redistribution and respiration in the rice plant. *Proceedings of Crop Science Society of Japaneses*, 41: 226 – 234.
- Egli, D.B. 1999. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Science*. 39: 1367 – 1368.
- Egli, D.B., and W.P. Bruening. 2001. Source – sink relationships, seed sucrose levels and seed growth rates in soybean. *Annals of Botany*. 88: 235 – 242.
- Eradatmand Asli, D., and A. Houshmandfar. 2011. An anatomical study of vascular system of spikelet supplying translocates to differentially growing grains of wheat. *Advances in Environmental Biology*, 5(7): 1597-1601.
- Evans L.T. 1996. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge, UK: *Cambridge Univ. Press*.
- Hiraoka, K., M. Takebe, and Y.T. Yon. 1992. Physiological characteristic of high yielding rice varieties. *Japanese Journal of soil science and Plant Nutrition*, 63: 517 – 523.
- Moon, H.L., S. Jin, and K.P. Rae. 1994. Patterns of partitioning of carbohydrates in rice crops with different transplanting dates. *Japanese Journal of Crop Science*, 64: 748 – 753.
- Patro, B., and G. Sohu. 1986. Effect of low light at different stages of the Crop on sink size. *Oryza* . 23: 123 – 125.
- Rawson, H.M., and L.T. Evans. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of cultivars of different height. *Australian J. Agric. Res.* 22: 851-863.
- Richard, C.D. 1982. Physiological aspect of crop yield. 2nd end. Wisconsin, U. S. A. 85 – 92.

- Singh B.K., and C.F.Jenner.** 1984. Factors controlling endosperm cell number and grain dry weight in wheat: Effect of shading on intact plants and of variation in nutritional supply to detached, cultured ears. *Aust. J. Plant Physiol* : 11 : 151 – 163.
- Tahmasbi Sarvestani,Z., and H.Pirdashty.** 1998. Dry matter and nitrogen remobilization of rice genotypes under different planting date. [www.Regional.org](http://www.Regional.org).
- Wada,Y., and G.Wada.** 1991. Varietal difference in leaf senescence during ripening period of advanced indica rice. *Japanese Journal of Crop Science*, 60: 529 – 536.
- Yang,J., Z.Jianha, W.Zhiqing, Z.Qingsen, and W.Wei.** 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. *Field Crops Res.* 71: 47 – 55.
- Yoshida,S.** 1981. Fundamentals of rice Crop Science. Los Banos (Philippines): *International Rice Research Institute*. 269p.
- Yoshida,S.** 1983. Rice, Symposium on potential productivity of field crops under different environment. *International Rice Research Institute*. 103 – 129.