نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۶ ، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص ۱۰۱۱-۱۰۰۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 6, Jan. – Feb. 2011, p. 1002-1011

# آنالیز کمی رشد و تولید دو رقم محلی و تجاری تربچه در واکنش به تراکم کاشت

محمد بنایان[1*] - میترا رحمتی [2]- عسکر غنی [3]- هدی قویدل [4]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۵

## چکیده

به منظور مقایسه شاخص های رشدی و مراحل فنولوژیکی رشد و نمو دو رقم محلی و تجاری تربچه در واکنش به سطوح مختلف تراکم کاشت، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. دو رقم تربچه به عنوان فاکتور اول و ۳ سطح تراکم کاشت شامل ۸۵، ۱۲۰ و ۱۷۰ گیاه در متر مربع به عنوان فاکتور دوم مورد بررسی قرار گرفت. مراحل فنولوژیکی و شاخص های رشدی شامل وزن تر و خشک، سطح برگ، سرعت نسبی رشد، سطح ویژه برگ، نسبت سطح برگ، سرعت آسیمیلاسیون خالص، عملکرد بخش خوراکی و نحوه تخصیص ماده خشک به برگها و ریشه در شرایط بهینه از زمان جوانه زنی تا شروع زرد شدن برگ ها اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از نظر زمان مراحل فنولوژیکی جوانه زنی و ۲ تا ۴ برگی اختلاف معنی داری بین دو رقم مورد بررسی در تراکم های مختلف کاشت وجود نداشت، اما از زمان شروع غده دهی به بعد، ارقام به تراکم های مختلف کاشت واکنش نشان دادند. با توجه به نتایج آنالیزهای رشد، با وجود اینکه رقم محلی شاخص و نسبت سطح برگ بالاتری داشت و طبیعتاً نور بیشتری هم جذب کرد، اما اختصاص مواد فتوسنتزی در آن بر عکس رقم تجاری به سود برگهای گیاه و نه ریشه خوراکی آن بود. عملکرد اقتصادی رقم تجاری تربچه به صورت معنی داری بالاتر از رقم محلی بود. افزایش تراکم کاشت تا ۱۷۰ بوته در متر مربع باعث افزایش معنی دار سطح و شاخص سطح برگ، راندمان مصرف نور، وزن برگ ها و بیوماس کل شد اما بر وزن ریشه تربچه اثر معنی داری نداشت.

**واژه های کلیدی:** آنالیز رشد، تراکم بوته، تربچه، راندمان مصرف نور، سرعت نسبی رشد

## مقدمه

تربچه[5] با نام علمی *Rhaphanus sativus* L. یک سبزی ریشه ای مهم و متعلق به خانواده چلیپائیان[6] می باشد. ارزش غذایی تربچه مربوط به میزان بالای فیبرهای محلول رژیمی آن و ترکیبات آنتی اکسیدانی گلوکوزینولیدی و ایزوتیوسیاناتی آن است (۱۰). از نظر گیاهشناسی، قسمت خوراکی تربچه در انواع نقلی فقط از هیپوکوتیل و در انواع دراز و کشیده از ریشه و هیپوکوتیل تشکیل شده است. تربچه گیاهی روز بلند است که گرما نیز باعث گلدهی و تولید بذر در این گیاه می شود. تربچه را می توان در تمام طول سال کشت نمود، اما در هر فصل باید از ارقام خاصی استفاده کرد (۲).

اختلاف در رنگ و شکل ریشه تربچه در مراحل اولیه رشد شکل می گیرد. ارقام مختلف دارای ریشه های تخم مرغی، پهن، گرد و گلابی شکل و با رنگهای قرمز، سفید، سیاه و یا دورنگی قرمز- سفید هستند. در بازار جهانی شکل و اندازه ریشه ها اهمیت بیشتری از رنگ آنها دارد (۸).

تراکم مطلوب بوته اهمیت زیادی در شکل گیری خصوصیات مطلوب رشدی و عملکرد نهایی تربچه به عنوان یک سبزی ریشه ای دارد. ویلسون و همکاران (۲۰) به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر رشد و عملکرد بالقوه تربچه، تعداد مساوی بذرهای تربچه را روی یک و دو ردیف داخل جعبه کاشت های ۲۰×۲۰ سانتیمتر کشت و شرایط بهینه را از نظر نور، آب و تغذیه برای رشد آنها تا مرحله آغاز گلدهی فراهم کردند. نتایج آنها نشان داد که در تربچه هایی که روی یک ردیف کاشته شده بودند، وزن کلی گیاه ۷/۵ درصد کم شد، و وزن بخش خوراکی به صورت معنی داری کاهش یافت اما وزن بخش هوایی تفاوت معنی داری با کشت دو ردیفه نشان نداد. هوبرش و همکاران (۱۱) با بررسی تأثیر تراکم کاشت، نوع محیط کاشت و رقم بر طول و قطر ریشه و همچنین عمر انباری تربچه نشان دادند، که تراکم کاشت

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار گروه زراعت، دانشجویان دکتری گروه علوم باغبانی و دانشجوی سابق کارشناسی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:banayan@Ferdowsi.um.ac.ir)

5- Radish
6- Cruciferae

بر عمر انباری این گیاه اثر نداشت، اما می توان در محیط های حاوی ورمی کولایت، تربچه را در تراکم های بالا کاشت کرد. همچنین اثر متقابل رقم و نوع محیط کشت بر طول و قطر ریشه تربچه تأثیر معنی داری داشت. سرعت تجمع ماده خشک در طول زندگی گیاه تغییر می کند و متغیرهایی همچون سطح برگ و میزان ماده خشک در فواصل مختلف نمونه برداری، هم از نوسانات محیطی و هم از اختلافات ژنوتیپی بین ارقام مختلف سرچشمه می گیرند (۶).

در کشور ایران هر دو نوع ارقام محلی و تجاری تربچه توسط کشاورزان کاشت و بهره برداری می شود. ریشه ارقام محلی تربچه از نظر شکل، رنگ و اندازه تنوع زیادی نشان می دهند. هیچگونه اطلاعاتی در زمینه مقایسه مراحل فنولوژیکی و عملکرد ارقام محلی و تجاری تربچه در تراکم کاشت های مختلف وجود ندارد و نه تنها تراکم مطلوب کاشت مشخص نیست، بلکه تأثیر تغییر تراکم بر الگوی توزیع ماده خشک و آنالیز کمی آن بررسی نشده است. هدف از اجرای این تحقیق آنالیز کمی اثرات افزایش تراکم کاشت بر عملکرد اقتصادی و شاخص های رشدی تربچه و مقایسه رقم محلی با رقم تجاری تربچه بود.

## مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۸۹- ۱۳۸۸ به اجرا در آمد. دو رقم تجاری و محلی تربچه به عنوان تیمار اول و ۳ سطح تراکم کاشت شامل ۸۵= D۱، ۱۲۰= D۲ و ۱۷۰= D۳ گیاه در متر مربع به عنوان تیمار دوم در آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. بذر رقم تجاری چری بل[1] و رقم محلی تربچه در گلدان هایی با مساحت ۰/۰۷۱ مترمربع، بافت خاک شنی- لومی و بر اساس تراکم مورد نظر در شرایط کنترل شده کاشته شدند. آبیاری گلدان ها به صورت یکسان و با آبپاش صورت گرفت.

نمونه برداری تخریبی در فواصل زمانی ۵ روزه با ۳ تکرار و هر بار ۵ گیاه از هر گلدان انجام شد و وزن تر برگ و ریشه به طور جداگانه و همچنین سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج[2] اندازه گیری شد. پس از خشک کردن نمونه ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در آون، وزن خشک نمونه ها بر حسب گرم تا ۳ رقم اعشار با استفاده از ترازوی دیجیتال محاسبه شد. میزان تشعشع فعال فتوسنتزی بر حسب میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه، در ساعت ۱۲ ظهر هر نوبت نمونه برداری با استفاده از دستگاه تشعشع سنج در بالا و زیر هر گیاه در سطح خاک اندازه گیری شد. ۵ بوته در هر تکرار به منظور ثبت مراحل فنولوژیکی علامت گذاری شد.

شاخص سطح برگ[3] (LAI) به صورت نسبت سطح برگ به زمینی که توسط برگ ها اشغال شده محاسبه و به واحد سطح زمین تبدیل شد (۷). سرعت نسبی رشد[4] (RGR)، بر حسب میلی گرم بر گرم بر روز با استفاده از فرمول هانت (۱۹۷۸) محاسبه شد که وزن خشک گیاه در نمونه برداری قبلی با M۱ و وزن خشک در نمونه برداری بلافاصله پس از آن با M۲ و زمانهای این دو نمونه برداری بر حسب درجه-روز به ترتیب با T۱ و T۲ نشان داده شده است. ln، لگاریتم طبیعی است:

$$RGR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{T2 - T1.}$$

با استفاده از وزن خشک گیاهان (W) و سطح برگ در نمونه برداری های متوالی، سرعت آسیمیلاسیون خالص[5] (NAR) بر حسب گرم بر مترمربع بر روز محاسبه شد (۱۳):

$$NAR = \frac{W_2 - W_1}{LA_2 - LA_1} \times \frac{\ln LA_2 - \ln LA_1}{T_2 - T_1}$$

میزان نور جذب شده توسط گیاه[6] بر حسب مگاژول بر متر مربع بر روز محاسبه شد که در این فرمول K ضریب استهلاک نور تربچه برابر با ۰/۷ (۱۴) و LAI شاخص سطح برگ تربچه بود (۱):

$$IR = 1 - \exp(-K \times LAI)$$

راندمان مصرف نور[7] (RUE) بر حسب گرم بر مگاژول از شیب رابطه خطی بین تشعشع تجمعی و ماده خشک تولیدی محاسبه شد (۱۸).

سایر شاخص های رشد که از روی وزن خشک برگ و ریشه و سطح برگ محاسبه شدند، عبارت بودند از: سطح ویژه برگ[8]، SLA، (سطح برگ/ وزن برگ)، نسبت وزن برگ[9]، LWR، (وزن خشک برگ/ بیوماس کل، برحسب گرم برگرم)، نسبت وزن ریشه[10]، RWR، (وزن ریشه/ بیوماس کل، بر حسب گرم بر گرم) و نسبت سطح برگ[11]، LAR، (سطح برگ/ بیوماس کل، بر حسب مترمربع بر کیلوگرم). داده های حاصل با نرم افزار Minitab مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Sigma Plot رسم شدند.

1- Cherry Belle
2- Leaf Area Meter

3- Leaf Area Index
4- Relative Growth Rate
5- Net Assimilation Rate
6- Intercepted Radiation
7- Radiation Use Efficiency
8- Special Leaf Area
9- Leaf Weight Ratio
10- Root Weight Ratio
11- Leaf Area Ratio

## نتایج

### مراحل فنولوژیکی

در جدول ۱ مراحل فنولوژیکی رشد و نمو دو رقم محلی و تجاری تربچه در تراکم های مختلف رشد به تفکیک ارائه شده است. نتایج نشان داد که زمان جوانه زنی، مرحله ۲ برگی و ۴ برگی شدن در هر دو رقم و در تراکم های مختلف کاشت یکسان بود. اما مراحل فنولوژیک آغاز غده دهی تا زرد شدن برگهای رقم محلی، با افزایش تراکم از ۸۵ بوته به ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته در مترمربع، ۵ روز به تاخیر افتاد اما از این نظر بین تراکمهای ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته تفاوتی وجود نداشت. در رقم تجاری هم این مراحل فنولوژیک در تراکم ۱۷۰ بوته در متر مربع نسبت به تراکم های ۸۵ و ۱۲۰ بوته، ۵ روز زودتر شروع شد. غده دهی رقم تجاری در تراکم های بالاتر یعنی ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته در مترمربع، ۵ روز زودتر از رقم محلی شروع شد.

### شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ دو رقم محلی و تجاری تربچه (شکل ۱) اختلاف معنی داری را بین تراکم های مختلف کاشت در ۴۵ تا ۵۵ روز پس از سبز شدن نشان داد. به طوری که شاخص سطح برگ در تراکمهای ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته، به ترتیب برابر با ۱/۰۰۱ و ۱/۰۶۳، به صورت معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) بیشتر از شاخص سطح برگ در تراکم ۸۵ بوته در متر مربع برابر با ۰/۰۰۸ بود (جدول ۳). افزایش شاخص سطح برگ گیاه تربچه با افزایش تراکم کاشت با نتایج کوهلاس و همکاران (۱۵)، هولشوسر و جونز (۱۲) و بکافیچی و همکاران (۴) به ترتیب در سیب زمینی شیرین، سویا و کاهو مطابقت داشت. با توجه به جدول ۲، شاخص سطح برگ رقم محلی برابر با ۱/۰۴۱ به صورت معنی داری بیشتر از شاخص سطح برگ رقم تجاری برابر با ۰/۸۶۸ بود ($p <$ ۰/۰۱). نتایج این پژوهش مبنی بر تفاوت معنی دار شاخص سطح برگ ارقام تربچه از ۳۰ روز پس از سبز شدن با نتایج علیمددی و همکاران (۳) در مورد اختلاف معنی دار شاخص سطح برگ ارقام لوبیا چشم بلبلی از شش هفته پس از کاشت نیز مطابقت داشت.

### بیوماس کل

شکل ۲ نشان می دهد که میزان بیوماس کل هر دو رقم محلی و تجاری تربچه در تراکم های مختلف کاشت در طول فصل رشد افزایش یافت. ارقام از نظر تولید بیوماس کل (جدول ۲) اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵). اما اثر تراکم بر تولید بیوماس کل معنی دار بود ($p <$ ۰/۰۱). به طوریکه افزایش تراکم موجب افزایش معنی دار بیوماس کل گردید و بیشترین تولید بیوماس کل برابر با ۹۳/۹۶ گرم در مترمربع در تراکم ۱۷۰ بوته و کمترین میزان آن برابر با ۷۳/۰۴ گرم در مترمربع در تراکم ۸۵ بوته به دست آمد (جدول ۳). بکافیچی و همکاران (۴) نیز نشان دادند که در گیاه کاهو در امتداد افزایش شاخص سطح برگ با افزایش تراکم کاشت، تولید بیوماس کل نیز افزایش معنی داری یافت.

### وزن بخش هوایی

وزن خشک اندام هوایی رقم محلی برابر با ۵۳/۱۱ گرم در مترمربع به صورت معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) بیشتر از وزن خشک اندام هوایی رقم تجاری (۴۴/۹۸ گرم در مترمربع) بود (جدول ۲). شکل ۲ روند صعودی وزن خشک اندام هوایی دو رقم تربچه را در طول فصل رشد و در تراکم های مختلف نشان می دهد. وزن اندام هوایی تربچه در تراکم های ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته، به ترتیب برابر با ۵۱/۹۹ و ۵۶/۲۱ گرم در متر مربع، به صورت معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) بالاتر از وزن آن در تراکم ۸۵ بوته برابر با ۳۸/۸۰ گرم در متر مربع بود (جدول ۳). وو (۱۹) نشان داد که در گیاه برنج وزن برگ در مراحل اولیه رشد تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت؛ اما در مرحله رسیدن دانه با افزایش تراکم کاشت، وزن برگ افزایش معنی داری یافت. در رقم محلی اختلاف وزن اندام هوایی از ۴۵ روز پس از کاشت (مرحله غده دهی کامل) بین تراکم های مختلف مشاهده شد و در رقم تجاری فقط در ۳۵ روز پس از کاشت (شروع مرحله غده دهی) وزن اندام هوایی در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی دار داشت.

**جدول ۱- مراحل فنولوژیکی رشد و نمو دو رقم محلی و تجاری تربچه در واکنش به تراکم های مختلف بر حسب روزهای پس از سبز شدن**

| | جوانه زنی | | | مرحله ۲ برگی | | | مرحله ٤ برگی | | | شروع غده دهی | | | غده دهی کامل | | | شروع زرد شدن برگ ها | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تراکم (بوته در مترمربع) / رقم | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | ۱۷۰ |
| محلی | ۲ | ۲ | ۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۲۱ | ۲۱ | ۲۱ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۵ | ۵۰ | ۵۰ | ۵۵ | ۶۰ | ۶۰ |
| تجاری | ۲ | ۲ | ۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۲۱ | ۲۱ | ۲۱ | ۳۵ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۴۵ | ۵۰ | ۵۵ | ۵۵ | ۶۰ |

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- اثر تراکم بر شاخص های رشد تربچه

| تراکم (بوته در مترمربع) | وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع) | وزن خشک ریشه (گرم بر مترمربع) | بیوماس کل (گرم بر مترمربع) | شاخص سطح برگ | سطح ویژه برگ (مترمربع بر کیلوگرم) | نسبت سطح برگ (مترمربع بر کیلوگرم) | نسبت وزن اندام هوایی (گرم بر گرم) | نسبت وزن ریشه (گرم بر گرم) | سرعت رشد نسبی (میلی گرم بر گرم بر روز) | راندمان مصرف نور (گرم بر مگاژول) | سرعت آسیمیلاسیون خالص (گرم بر مترمربع بر روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۵ | ۳۸/۷۹۶b* | ۳۴/۲۳۹ a | ۷۳/۰۳۵ b | ۰/۸۰۰ b | ۲۳/۶۷۷ a | ۱۵/۱۲۲ a | ۰/۶۵۶ b | ۰/۳۳۳ a | ۱۱۷/۵۸۳ a | ۱/۴۴۵۱ c | ۰/۰۰۱ a |
| ۱۲۰ | ۵۱/۹۹۵ a | ۳۴/۰۰۹ a | ۸۶/۰۰۳ a | ۱/۰۰۱ a | ۲۲/۵۸۴ a | ۱۵/۲۱۸ a | ۰/۶۸۷ ab | ۰/۲۹۸ a | ۱۱۶/۹۵۰ a | ۱/۹۵۵۸ b | ۰/۰۰۱ a |
| ۱۷۰ | ۵۶/۲۱۴ a | ۳۷/۷۴۳ a | ۹۳/۹۵۷ a | ۱/۰۶۳ a | ۲۲/۳۶۲ a | ۱۴/۰۶۰ a | ۰/۶۹۸ a | ۰/۲۸۶ a | ۱۱۱/۹۷۹ a | ۲/۴۰۴۷ a | ۰/۰۰۱ a |

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۲- اثر رقم بر شاخص های رشد تربچه

| رقم | وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع) | وزن خشک ریشه (گرم بر مترمربع) | بیوماس کل (گرم بر مترمربع) | شاخص سطح برگ | سطح ویژه برگ (مترمربع بر کیلوگرم) | نسبت سطح برگ (مترمربع بر کیلوگرم) | نسبت وزن اندام هوایی (گرم بر گرم) | نسبت وزن اندام زیرزمینی (گرم بر گرم) | سرعت رشد نسبی (میلی گرم بر گرم بر روز) | راندمان مصرف نور (مگاژول بر گرم) | سرعت آسیمیلاسیون خالص (گرم بر مترمربع بر روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| محلی | ۵۳/۰۱۹a | ۳۲/۶۱۹b | ۸۵/۶۳۸a | ۱/۰۴۱a | ۲۴/۱۹۹a | ۱۵/۵۹۷a | ۰/۶۹۳a | ۰/۳۰۰a | ۱۲۳/۹۱۸a | ۱/۹۸۵۸a | ۰/۰۰۱a |
| تجاری | ۴۴/۹۸۴b | ۳۸/۰۴۲a | ۸۳/۰۲۶a | ۰/۸۶۸b | ۲۱/۵۴۹a | ۱۴/۰۰۳b | ۰/۶۶۷a | ۰/۳۱۲a | ۱۰۷/۰۹۰a | ۱/۸۸۴۶a | ۰/۰۰۲a |

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

### وزن ریشه

وزن ریشه هر دو رقم تربچه با افزایش تراکم کاشت روند صعودی نشان داد (شکل ۲) و در هر دو رقم بیشترین وزن خشک ریشه در تراکم های مختلف کاشت در ۵۵ روز پس از سبز شدن مشاهده شد. با توجه به جدول ۲ وزن ریشه رقم تجاری برابر با ۳۸/۰۴ گرم در متر مربع به صورت معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) بالاتر از میزان آن در رقم محلی برابر با ۳۲/۶۲ گرم بود (جدول ۲). تراکم های مختلف کاشت از نظر وزن ریشه اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵). از ۳۵ روز پس از سبز شدن اختلاف معنی‌دار وزن ریشه بین دو رقم مشخص گردید (شکل ۲).

### سرعت رشد نسبی

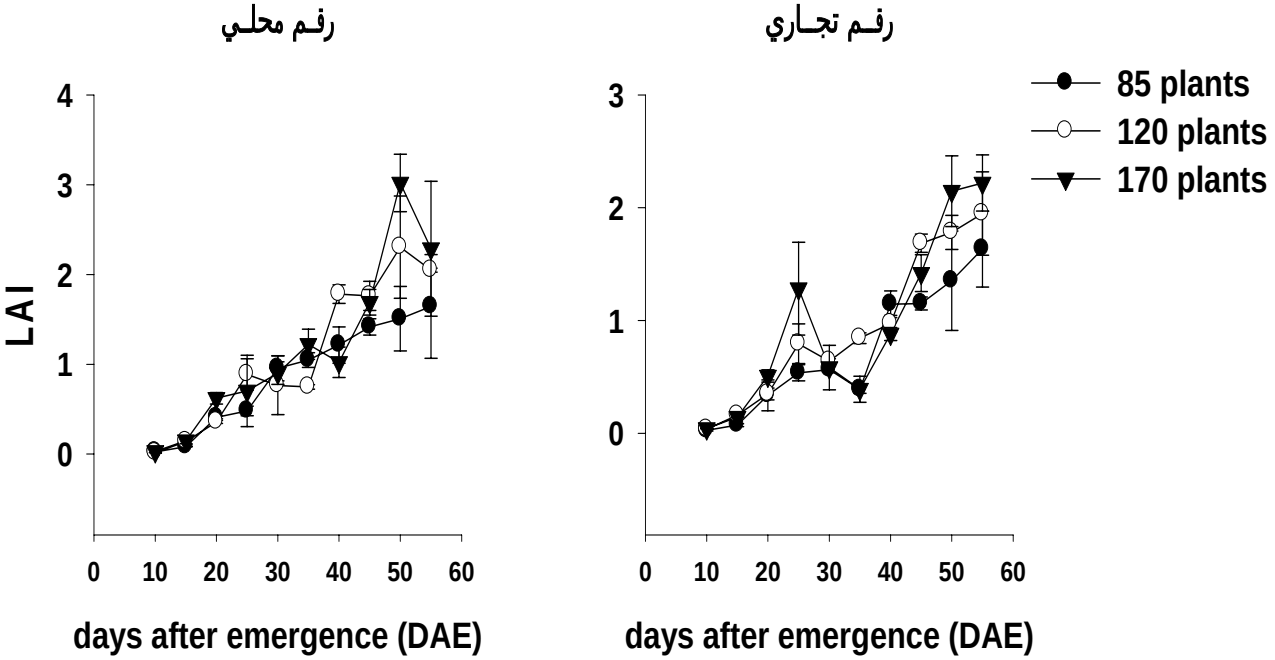
سرعت رشد نسبی افزایش ماده خشک نسبت به بیوماس کل گیاه در واحد زمان است (۵) و نشان دهنده توانایی گیاهان در جذب و کارایی مصرف منابع است. به طور کلی سرعت نسبی رشد دو رقم محلی و تجاری تربچه در تراکم های مختلف کاشت در طول فصل رشد (شکل ۳) روند کاهشی داشت. روند کاهش سرعت نسبی رشد دو رقم مورد بررسی تربچه با پیشرفت فصل رشد در تراکم های مختلف کاشت مطابق با یافته های قبلی در مورد سیب زمینی شیرین (۱۵) و کاساوا (۱۲) بود. هرچند که در ۴۰ روز پس از سبز شدن افزایش ناگهانی در سرعت نسبی رشد هر دو رقم در تراکمهای مختلف کاشت دیده شد اما بلافاصله روند کاهشی آن ادامه یافت. سرعت نسبی رشد رقم محلی تربچه برابر با ۱۲۳/۹۲ میلی گرم بر گرم بر روز به صورت معنی داری ($p <$ ۰/۰۵) بالاتر از سرعت رشد نسبی رقم تجاری برابر با ۱۰۷/۰۹ میلی گرم بر گرم بر روز بود (جدول ۲). تراکم های مختلف از نظر سرعت رشد نسبی اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($p >$ ۰/۰۵).

### نسبت سطح برگ

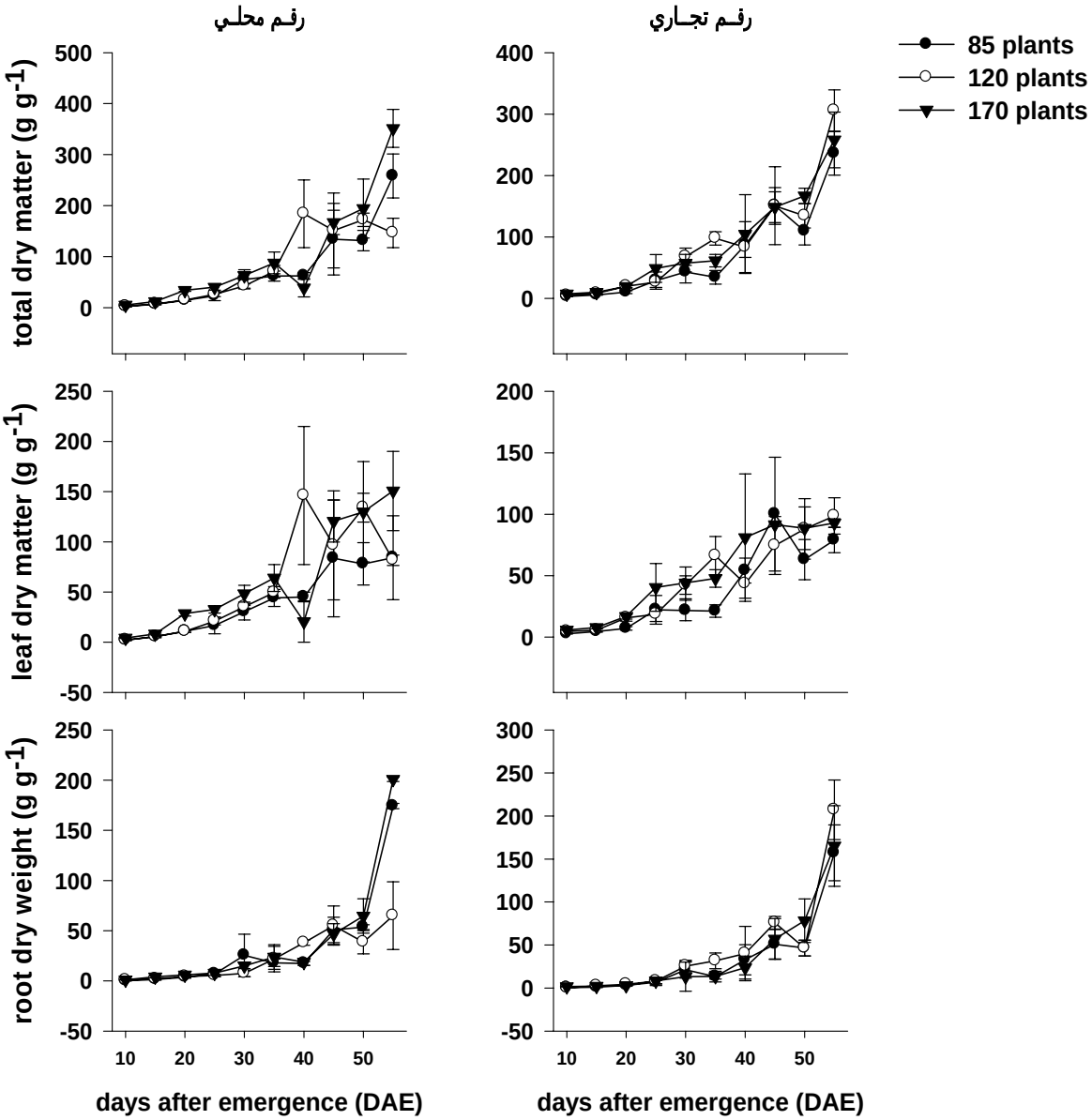
نسبت سطح برگ بیان کننده نسبت بین سطح پهنک یا بافت‌های فتوسنتز کننده به کل بافتهای تنفس کننده یا وزن گیاه است. نسبت سطح برگ دو رقم تربچه با تراکم کاشت تفاوت معنی داری نشان داد ($p >$ ۰/۰۵). با توجه به جداول ۲ و ۳، نسبت سطح برگ رقم محلی به صورت معنی داری بالاتر از رقم تجاری تربچه بود و با افزایش تراکم بوته از ۸۵ تا ۱۷۰ بوته در متر مربع نسبت سطح برگ افزایش معنی داری داشت ($p <$ ۰/۰۱).

### سطح ویژه برگ

سطح ویژه برگ عبارت است از نسبت بین سطح به وزن برگ‌های گیاه (۵) که بیشترین میزان آن در هر دو رقم تربچه در تراکم ۸۵ بوته در متر مربع در ۲۰ روز پس از کاشت (شکل ۳) به دست آمد.




**شکل ۱- شاخص سطح برگ دو رقم تربچه در روزهای پس از سبز شدن در تراکم های مختلف کاشت**




**شکل ۲- بیوماس کل، وزن خشک برگ و وزن تر ریشه دو رقم تربچه در روزهای پس از سبز شدن در تراکم های مختلف کاشت**

دو رقم مورد بررسی از نظر سطح ویژه برگ (جدول ۲) تفاوت معنی داری نداشتند ($p >$ ۰/۰۵). بیشترین و کمترین سطح ویژه برگ تربچه، به ترتیب در تراکم ۸۵ و ۱۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳)، اما روند کاهشی سطح ویژه برگ با افزایش تراکم کاشت از نظر آماری معنی دار نبود ($p >$ ۰/۰۵).

### سرعت آسیمیلاسیون خالص

سرعت آسیمیلاسیون خالص شاخص نسبتاً خوبی از میزان فتوسنتز همه برگهای گیاه به صورت تجمعی در واحد سطح برگ‌های آن گیاه است (۱۶). با توجه به شکل ۳، سرعت آسیمیلاسیون خالص دو رقم تربچه در تراکم های مختلف کاشت در طول فصل رشد اختلاف معنی داری داشت ($p <$ ۰/۰۵). اثرات ساده رقم و تراکم بوته بر سرعت آسیمیلاسیون خالص معنی دار نبود ($p >$ ۰/۰۵).

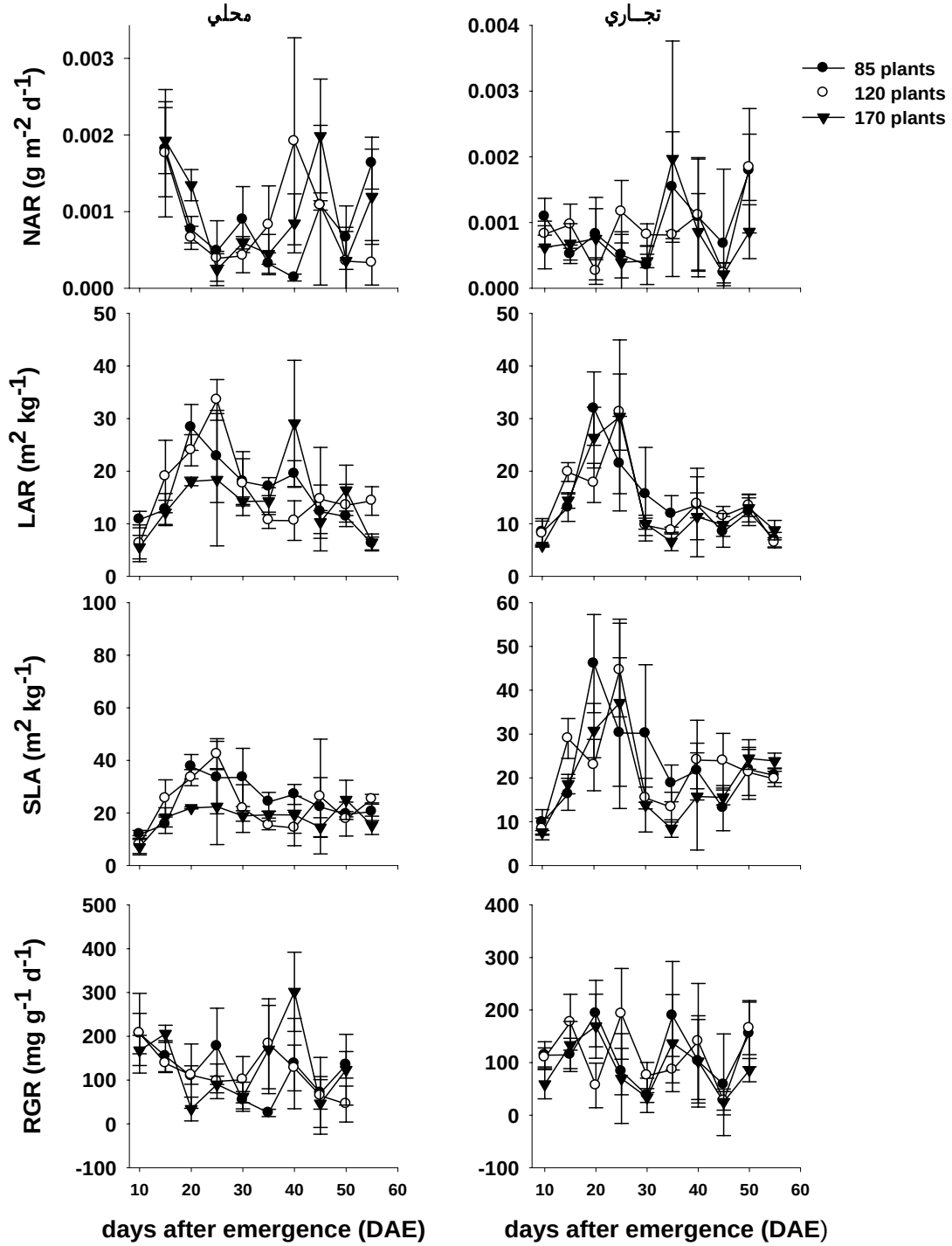
### نسبت وزن اندام هوایی به بیوماس کل

نسبت وزن اندام هوایی هر دو رقم در طول فصل رشد در تراکم‌های مختلف کاشت روند کاهشی داشت (شکل ۴). ارقام مختلف از نظر نسبت وزن اندام هوایی به بیوماس کل (جدول ۲) اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند. نسبت وزن اندام هوایی

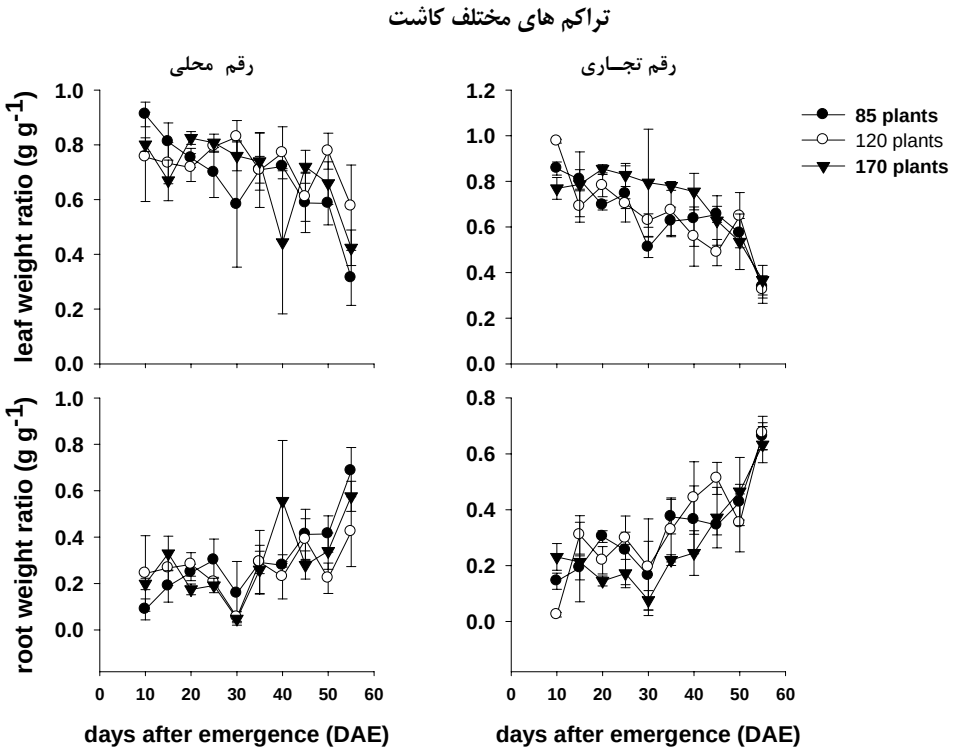
به بیوماس کل با افزایش تراکم بوته به صورت معنـی داری افـزایش یافت ($p <$ ۰/۰۵). بیشترین نسبت وزن اندام هـوایی در تـراکم ۱۷۰ بوته و برابر با ۰/۷۰ گرم بر گرم بیوماس کل و کمترین میزان آن در تراکم ۸۵ بوته و برابر با ۰/۶۶ گرم به دست آمد (جدول ۳).

**نسبت وزن ریشه به بیوماس کل**

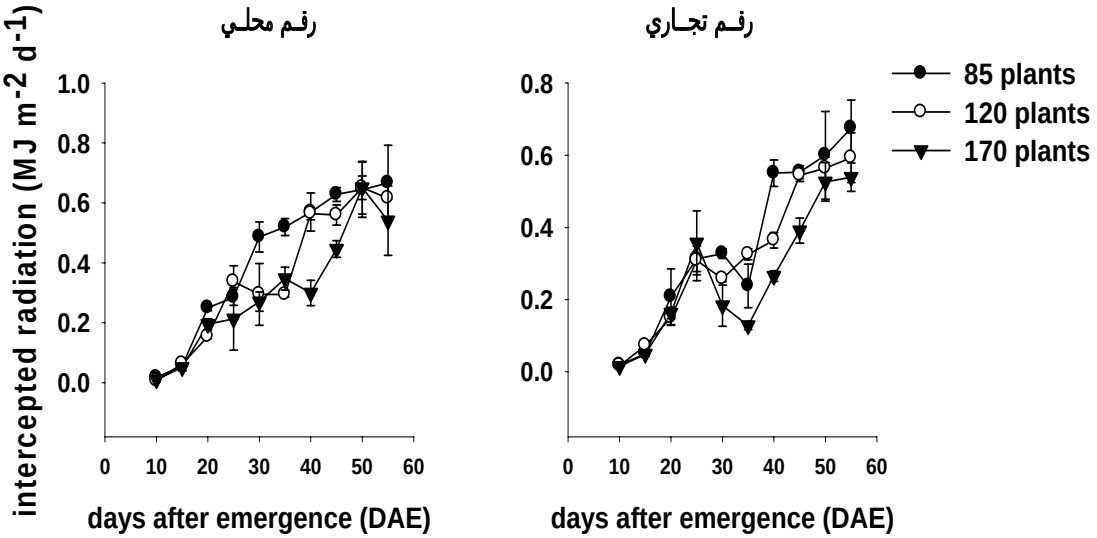
با توجه به شکل ۴ نسبت وزن ریشه به وزن کـل گیـاه دو رقـم تربچه در تراکم های مختلـف کاشـت در طـول فـصل رشـد رونـد افزایشی داشت.




**شکل ۳- سرعت آسیمیلاسیون خالص، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ و سرعت رشد نسبی دو رقم تربچه در روزهای پس از سبز شدن در**




**شکل ٤- اختصاص ماده خشک به برگ و ریشه دو رقم تربچه در روزهای پس از سبز شدن در تراکم های مختلف کاشت**




**شکل ٥- میزان نور جذب شده توسط گیاه دو رقم تربچه در روزهای پس از سبز شدن در تراکم های مختلف کاشت**

از نظر نسبت وزن ریشه به بیوماس کل، ارقام مختلف (جـدول ۲) اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند. همچنین اثر تراکم کاشت بـر نـسبت وزن ریـشه بـه بیومـاس کـل (جـدول ۳) معنـی دار نبـود ($p >$ ۰/۰۵).

**راندمان مصرف نور**

رقم محلی و تجاری تربچه از نظر راندمان مصرف نور (جـدول ۲)

اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ($p > ۰/۰۵$). افزایش تراکم کاشت تا سطح ۱۷۰ بوته در متر مربع باعث افزایش معنی دار راندمان مصرف نور تربچه شد ($p < ۰/۰۱$). به طوری که کمترین راندمان مصرف نور برابر با ۱/۴۴ گرم بر مگاژول در تراکم ۸۵ بوته در متر مربع و بیشترین راندمان مصرف نور برابر با ۲/۴۰ گرم بر مگاژول در تراکم ۱۷۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳).

## بحث

نتایج این پژوهش مبنی بر افزایش شاخص سطح برگ گیاه تربچه با افزایش تراکم کاشت با نتایج کوهلاس و همکاران (۱۵)، هولشوسر و جونز (۱۲) و بکافیچی و همکاران (۴) به ترتیب در سیب زمینی شیرین، سویا و کاهو مطابقت داشت.

گرافتن و همکاران (۹) گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت تا حدی که باعث دستیابی سریع به بیشترین شاخص سطح برگ شود، موجب تجمع ماده خشک بیشتری می گردد. بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش تراکم کاشت تا ۱۷۰ بوته در متر مربع باعث افزایش وزن خشک ریشه، وزن خشک برگها و بیوماس کل تربچه شد، اگرچه اثر آن بر افزایش وزن ریشه معنی دار نبود. همچنین با افزایش تراکم، نسبت وزن ریشه به وزن کل گیاه تربچه در طول فصل رشد کاهش یافت اگرچه این کاهش معنی دار نبود. اما نسبت وزن برگ به وزن کل گیاه تربچه به صورت معنی داری افزایش یافت. به طور کلی سرعت نسبی رشد دو رقم محلی و تجاری تربچه در تراکم های مختلف کاشت و در طول فصل رشد از ۲۷ تا ۳۰۵ میلی گرم در گرم در روز متغیر بود. پورتر و ورف (۱۶)، از یک سو، همبستگی مثبت سرعت نسبی رشد با نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ و از سوی دیگر همبستگی منفی قوی بین سرعت آسیمیلاسیون خالص با نسبت سطح برگ را در محصولات علفی نشان دادند. زوان و اسوم (۲۱) نشان دادند که با افزایش تراکم کاشت، شاخص سطح برگ لوبیا افزایش یافت. اما سرعت نسبی رشد آن کم شد. نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر مبنی بر کاهش سرعت نسبی رشد، سطح ویژه برگ و نسبت سطح برگ با افزایش تراکم کاشت بود، اما این روند کاهشی از نظر آماری معنی دار نبود. همچنین با کاهش نسبت سطح برگ، میزان نور جذب شده توسط تربچه هم به صورت معنی داری کاهش یافت. اجزای ساختاری نسبت سطح برگ شامل سطح ویژه برگ و وزن خشک برگ هستند. سطح ویزه برگ دو رقم مورد بررسی تربچه اختلاف معنی داری نداشت؛ اما هم وزن خشک برگ و هم نسبت سطح برگ رقم محلی به صورت معنی داری بالاتر از رقم تجاری بود. بر عکس سرعت آسیمیلاسیون خالص رقم تجاری بالاتر از رقم محلی بود؛ اما از نظر آماری اختلاف آنها معنی دار نبود. شاخص سطح برگ و میزان نور جذب شده توسط رقم محلی به صورت معنی داری بالاتر از رقم تجاری تربچه بود. با توجه به نتایج به دست آمده، اگرچه دو رقم تربچه از نظر بیوماس کل اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما بین نحوه اختصاص ماده خشک در قسمت هوایی و ریشه (بخش خوراکی) دو رقم تربچه اختلاف معنی داری دیده شد. با وجود اینکه شاخص و نسبت سطح برگ و میزان نور جذب شده توسط رقم محلی به صورت معنی داری بالاتر از رقم تجاری بود، اما در رقم تجاری، ریشه و در رقم محلی، برگها، بهره بیشتری از مواد فتوسنتزی بردند. هولشوسر و جونز (۱۲) گزارش کردند که در شرایط بهینه، افزایش تراکم کاشت موجب افزایش سطح برگ گیاه می شود. اما ممکن است عملکرد اقتصادی به نسبت سطح برگ با افزایش تراکم کاشت افزایش پیدا نکند. چون احتمالا مواد فتوسنتزی با توجه به روابط منبع – مقصد به سود عملکرد بیولوژیک تغییر مسیر می دهند. در پژوهش حاضر، بالاترین شاخص سطح برگ در ۵۰ تا ۵۵ روز پس از سبز شدن در هر دو رقم تربچه و در تراکم های ۱۲۰ و ۱۷۰ بوته مشاهده شد. این دوره ۵ روزه مصادف با افزایش سرعت نسبی رشد و سرعت آسیمیلاسیون خالص بود. تخصیص ماده خشک به برگ ها در این دوره در رقم تجاری کاهش یافت و در رقم محلی بدون تغییر باقی ماند. بیوماس کل و عملکرد اقتصادی هر دو رقم تربچه در این مدت به بالاترین میزان خود رسید.

## نتیجه گیری کلی

تفاوت زیادی بین ارقام یک گونه گیاهی از نظر سرعت نسبی رشد می تواند وجود داشته باشد (۱۷). اینکه کدامیک از فاکتور های فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی، شیمیایی و یا الگوی اختصاص در تغییر این سرعت نسبی رشد موثر هستند سوالی است که سعی شده است در این تحقیق به آن جواب داده شود. در بسیاری از تحقیقات اهمیت سطح ویژه برگ و نسبت سطح برگ ها به وزن کل گیاه بر سرعت نسبی رشد تاکیید شده است. بطور کلی۸۰٪ تا ۹۰٪ سرعت نسبی رشد بالاتر به علت بالاتر بودن نسبت سطح برگ ها به وزن کل گیاه گزارش شده است (۱۷)؛ که هر دو این دو فاکتور در رقم محلی بیشتر از رقم تجاری تربچه مشاهده شد. اگر چه ارقام با سرعت نسبی رشد بالاتر قادرند به سرعت اندازه خود را افزایش دهند و فضای بیشتری را به خود اختصاص دهند اما ارقام با سرعت نسبی رشد کمتر نیز سیاست اختصاص کمتر مواد فتوسنتزی و شیمیایی جذب شده در بخش های ساختمانی را دارند (۱۷) و بیشتر به ذخیره سازی برای مراحل بعدی رشد می پردازند. دو رقم محلی و تجاری مورد بررسی در این تحقیق دقیقا چنین الگوی زنتیکی- رفتاری را از خود نشان دادند. رقم محلی مورد بررسی توانایی های رشدی بیشتری از رقم تجاری نشان داد اما عمده توانایی ها در جهت توسعه بخش اقتصادی نبود. بنظر می رسد که انتقال این توانایی ها به ارقام تجاری که اولویت ذخیره مواد در ریشه را دارد ما را قادر می سازد که پتانسیل تولید

تربچه را در منطقه افزایش دهیم که بنوبه خود منجر به افزایش سطح
زیر کشت این گیاه در مزارع کشاورزان می شود.

## منابع


۱- بنایان، م. ۱۳۸۱. ساخت و کاربرد مدل های شبیه سازی در کشاورزی. ۲۰۴ ص.

۲- پیوست، غ. ع. ۱۳۸۰. سبزیکاری، نشر علوم کشاورزی، ۳۸۴ صفحه.

۳- علیمددی، ا.، جهانسوز، م. ر.، احمدی، ع.، توکل افشاری، ر. و رستم زا، م. ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و دریافت تابش در ارقام مختلف لوبیا چشم بلبلی، ماش و لوبیا قرمز در کشت دوم. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۱: ۶۷- ۷۵.

4- Beccafichi, C., Benincasa, P., Guiducci M. and Tei, F. 2003. Effect of Crop Population on Growth and Light Interception in Greenhouse Lettuce. Acta Horticulture 614: 507-513.

5- Campos, V.M., Pasin, L.A.A.P. and Barja, P.R. 2008. Photosynthetic activity and growth analysis of the plant Costus spicatus cultivated under different light conditions. Eur. Phys. J. Special Topics 153, 527–529.

6- Echarte, L., Rothstein, S, and Tollenaar, M. 2008. The response of leaf photosynthesis and dry matter accumulation to nitrogen supply in an older and a newer maize hybrid. Crop Sci. 48:656-665.

7- Edje, O.T. and D.S.O. Osiru, 1988.Methods for determining leaf area in some crop plants. Cassava based cropping systems Research I. Contributions from the First Annual Meeting of the Collaborative Group in Cassava-based Cropping Systems Research. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 16-19 November 1987.

8- George, R. A. T. and Evans, D. R. 1981. A classification of winter radish cultivars. Euphytica, 30: 483-492.

9- Grogton, K.F., Schneiter, A.A. and Nagle, B.J. 1988. Row spacing, plant population and genotype with row spacing effects on yield and yield components of dry bean. Agronomy Journal, 80: 631-634.

10- Hara, M., Ito, F., Asai T. and Kuboi, T. 2009.Variation in Amylase Activities in Radish (*Raphanus sativus*) Cultivars. Plant Foods Hum. Nutr., 64:188–192.

11- Hoeberechts, J., Nicola, S., Fontana, E. and Saglietti, D. 2004. Medium, cultivar and plant population influenced production and post harvest shelf life of *Raphanus sativus* grown in a soil less culture system. Acta Hort. 659:791-798.

12- Holshouser, D.L. and Jones B.P. 2003. Early-maturing double crop soybean requires higher plant population to meet leaf area requirement. Online. Crop Managementdoi: 10. 1094/CM-2003-0408-01- RS.

13- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold, London, United Kingdom.

14- Marcelis, L.F.M. and Van Hooijdonk, J. 1999. Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). Plant and Soil 215: 57–64.

15- Kuhlase, L.M., Ossom, E.M. and Rhykerd, R.L. 2009. Effects of plant populations on morphological and physiological parameters of intercropped sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.).IJPS: 1-9.

16- Poorter, H. and Werf, A. 1998. Is Inherent variation in RGR determined by LAR at low irradiance and by NAR at high irradiance? A review of herbaceous species. Physiological mechanisms and ecological consequences. edited by H. Lambers, H. Poorter & M.M.I. Van Vuuren, pp. 309-336.

17- Poorter, H. 1989. Interspecific variation in relative growth rate: On ecological causes and physio-logical consequences. In: Lambers, H., Cambridge, M.L., Konings, H., Pons, T.L., eds, Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants, SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 45-68.

18- Sinclair, T.R. and Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. Advances in Agronomy 65:215-265.

19- Wu, H.P. 1984. Planting density effect on natural thinning of rice leaf. Bot. Bull. Academia. Sinica 25, 133-148.

20- Wilson, J.B., Steel, J.B. and Steel, S.K. 2007. Do plants ever compete for space? Folia Geobotanica, 42: 431-436.

21- Zwane, S.T. and Ossom, E.M. 2005. Effects of plant density on growth parameters and yield of sugar bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Swaziland. Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences, 1(1): 29-38.