Archive of SID

اثرات فاصله ردیف و تراکم بوته روی رشد و عملکرد سه رقم سیب زمینی در منطقه اردبیل
۱ـ ریخت شناسی بوته و تجمع ماده خشک*

سعید صادق‌زاده حمایتی[۱]، سیدابوالحسن هاشمی‌دزفولی[۲] سید عطاءا... سیادت[۲] و مصطفی ولی‌زاده[۳]

چکیده

در سال زراعی ۱۳۷۵ تأثیر دو فاصلهٔ ردیف (۵۵ و ۷۰ سانتی‌متر) و چهار تراکم (۳/۰، ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در متر مربع) با استفاده از طرح کرتهاط دوبار خرد شده روی سه رقم سیب‌زمینی(دراگا، آئولا و کاسموس) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که فاصلهٔ بین ردیفها تأثیر معنی‌داری روی خصوصیات ریخت‌شناسی بوته‌های سیب‌زمینی نداشت. افزایش تراکم بوته از ۳/۰ به ۷/۵ بوته در مترمربع موجب کاهش سطح برگ در هر بوته، تعداد و ارتفاع متوسط ساقه، طول استولون و وزن خشک کل در هر بوته و در عین حال افزایش مقادیر صفات فوق در واحد سطح شد. واکنش ارقام مورد آزمایش نسبت به افزایش تراکم بوته متفاوت بود. رقم آئولا در مقایسه با دو رقم دیگر بیشترین سطح برگ، شاخص سطح برگ، تعداد ساقه و ارتفاع ساقه را داشت. بیشترین طول تجمعی استولون به رقم کاسموس اختصاص داشت. رقم دراگا بالاترین سطح برگ را در اوایل دورهٔ رشد داشت. این موضوع به واسطهٔ رشد اولیهٔ سریع رقم دراگا در مقایسه با ارقام دیگر بود. به نظر می‌رسد که واکنش ارقام مختلف سیب‌زمینی نسبت به شرایط محیطی یکسان نبوده است. تغییرات شاخص سطح برگ با زمان پس از کاشت از معادلهٔ درجه دوم پیروی کرد و در ۱۲ هفته پس از کاشت به بیشترین مقدار خود رسید. تغییرات تعداد ساقه در ارقام مورد آزمایش از معادلهٔ درجه سوم و در سطوح فاصلهٔ ردیف و تراکم بوته از معادله درجه دوم پیروی کرد. تغییرات مادهٔ خشک کل با تبعیت از معادلهٔ درجه سوم، ده هفته پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید و از آن به بعد تا انتهای دورهٔ رشد از مقدار آن کاسته شد.

واژه‌های کلیدی : سیب‌زمینی، فاصلهٔ ردیف، تراکم بوته، ریخت‌شناسی بوته و تجمع مادهٔ خشک.

مقدمه

تراکم بوته در سیب‌زمینی اغلب به صورت تعداد بوته در واحد سطح مشخص می‌شود اما گاهی با توجه به این که تعداد ساقهٔ تولید شده به ازای هر بوته متفاوت است لذا تراکم بوته را به صورت تعداد ساقه در مترمربع نیز تعریف می‌کنند(۵، ۲۵). ارزش استفاده از ساقه به عنوان واحد تراکم در سیب زمینی برای اولین بار توسط دوایت[۴] در سال ۱۸۹۲ پیشنهاد شد و متعاقباً آنگاه برخی از پژوهشگران رابطهٔ موجود بین تعداد ساقه و عملکرد را نشان دادند (۲۵). تراکم مطلوب بوته به عواملی چون رقم، شرایط رشد، نیازهای بازار، قیمت بذر، قیمت فروش محصول، وزن بذر، زمان برداشت، سن فیزیولوژیکی بذر و حاصلخیزی خاک ارتباط دارد(۱، ۲۳، ۲۴، ۲۸ و ۳۰).

فاصلهٔ بین ردیفهای کاشت در سیب‌زمینی در کشورهای مختلف، متفاوت است. در آلمان از ۶۲/۵ تا ۷۵ سانتی‌متر، سویس از ۶۶ تا ۷۵ سانتی‌متر و در انگلستان از ۷۵ تا ۹۰ سانتی‌متر و حتی ۱۰۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. در هلند در گذشته به منظور سهولت کنترل

*- تاریخ دریافت ۷۸/۱۰/۴ تاریخ پذیرش ۸۰/۵/۶

۱- ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل.
۲- گروه زراعت و اصلاح‌نباتات مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی کشاورزی رامین (ملاثانی).
۳- گروه زراعت و اصلاح‌نباتات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تبریز.

4- Dewite

www.SID.ir

Archive of SID

مکانیکی علفهای هرز، سیب‌زمینی را به فواصل ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر می‌کاشتند. به دلیل مزایائی که استفاده از ردیفهای عریض‌تر دارد و از جمله می‌توان به کاهش تعداد ردیف در واحد سطح و در نتیجه افزایش سرعت عملیات کاشت و برداشت(۱۶ و ۲۰)، سهولت عبور تراکتور از بین ردیفها و کاهش خسارت به سیستم ریشه بوته و نیز کاهش تعداد کلوخ در هنگام برداشت (۱۶ و ۲۰)، کاهش عمق خاک مورد نیاز برای تشکیل پشته (۱۶ و ۲۰)، کاهش تعداد غده‌های سبز رنگ(۱۶ و ۲۸) و نیز کاهش خوابیدگی ساقه‌ها (۱۶) اشاره کرد. در سالهای اخیر استفاده از ردیفهایی با فاصلهٔ بیشتر جهت تولید سیب زمینی مورد توجه قرار گرفته است.

در زمینه تأثیر تراکم بوته و نیز فاصله ردیف روی ویژگیهای ریخت‌شناسی بوته، پژوهشهای بسیاری بعمل آمده است. تراکم بوته تأثیری روی تعداد برگ تولید شده نمی‌گذارد(۱۶) اما افزایش شاخه‌زایی در بوته (۵) باعث افزایش سطح شاخ برگ یک بوته در تراکمهای پایین می‌شود (۲۱ و ۲۷).

تعداد ساقهٔ تولید شده به ازای هر بوته با افزایش تراکم کاهش می‌یابد(۲و ۲۷)، اما بر تعداد ساقهٔ موجود در واحد سطح افزوده می‌شود (۲۸). لینچ و رائوبری (۲۱) اظهار کردند که تعداد ساقهٔ تولید شده به ازای هر بوته از تراکم بوته متأثر است. تراکم بوته علاوه بر تأثیر روی تعداد ساقه، نحوهٔ رشد ساقه‌ها را نیز تغییر می‌دهد(۲۷) به نحوی که با افزایش تراکم بوته، رقابت برای دستیابی به نور افزایش یافته و با افزایش طول میانگرهها(۹) و نیز تعداد گرهها(۹) بر ارتفاع ساقه افزوده می‌شود(۱۶).

افزایش تراکم بوته در اوایل دورهٔ رشد تأثیری روی ویژگیهای استولون ندارد، اما با ادامه روند رشد کاهش طول استولون و تعداد استولون را به دنبال داشته (۲۷) و نیز از تعداد استولونهای حامل غده می‌کاهد(۱۶). ایفنکوی و آلن (۱۶) نشان دادند که تراکم بوته تأثیری روی تعداد استولون ندارد، اما با افزایش فاصلهٔ بین ردیفها از ۶۶ به ۱۳۲ سانتی‌متر بر تعداد کل استولونها افزوده شده و از تعداد استولونهای غده‌دار کاسته می‌شود.

با افزایش تراکم بوته به دلیل کاهش فضای موجود و افزایش رقابت بین بوته‌ای (۱۸) از مقدار مادهٔ خشک به ازای هر بوته کاسته می‌شود (۳و۲۸) ولی مقدار مادهٔ خشک تولید شده در واحد سطح افزایش می‌یابد(۳). از سوی دیگر در تراکم پایین بوته به دلیل افزایش رقابت درون بوته‌ای، قسمتهای هوایی بوته بخش عمده‌ای از کل مادهٔ خشک گیاهی را به خود اختصاص می‌دهند(۲۸).

در این مطالعه تأثیر تغییر در فاصله بین ردیفها از ۵۵ به ۷۰ سانتی‌متر و نیز تأثیر چهار سطح تراکم بر روی ریخت شناسی بوته در سه رقم متداول سیب زمینی در منطقه اردبیل مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روشها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۷۵ در ایستگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل (واقع در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه) اجرا شد. خاک مزرعه رس سیلتی و در سال قبل زیرکشت جو قرار داشت.

سه رقم سیب‌زمینی (دراگا، آئولا و کاسمرس)، دو فاصلهٔ ردیف کاشت (۵۵ و ۷۰ سانتی‌متر) و چهار تراکم (۳/۰، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع)، با طرح کرتهای دوبار خردشده در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار پیاده شد. غده‌های بذری که از ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان اردبیل تهیه شده بودند به منظور حفظ یکنواختی در اجرای آزمایش، براساس بزرگترین قطر به چهار گروه کمتر از ۳۵، ۳۵ تا ۴۵، ۴۵ تا ۵۵ و بیش از ۵۵ میلی‌متر تفکیک شدند و از گروه وزنی یکسان‌برای کاشت‌در ردیف‌های‌مختلف استفاده بعمل آمد. کاشت به صورت دستی و با فاصلهٔ بین بوته ۶۰/۶ (۴۷/۶)، ۴۰/۴ (۳۱/۷)، ۳۰/۳ (۲۳/۸) و ۲۴/۲ (۱۹/۰) سانتی‌متر به ترتیب در فاصله ردیف های ۵۵ (۷۰) سانتی‌متر انجام یافت. هر کرت دارای ۶ ردیف و بطول ۷/۵ متر بود.

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات خاک‌ورزی شامل شخم بهاره و دیسک همراه با کودپاشی بود. فسفر به صورت فسفات آمونیوم معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به هنگام کشت و آزت به صورت اوره معادل ۱۰۰ کیلوگرم به همراه با فسفر و ۷۵ کیلوگرم حدود ۶۰ روز پس از کاشت به طور یکنواخت برای تمام قطعات آزمایش داده شد. تهیه جوی و پشته و نیز عملیات کاشت به صورت دستی در تاریخهای بیستم و بیست ویکم اردیبهشت انجام گرفت. عملیات داشت علاوه بر کودپاشی سرک، شامل آبیاری و مبارزه با علفهای هرز (شیمیایی و مکانیکی) و حشرات (شیمیایی) بود. دو ردیف از هر کرت برای نمونه‌برداری، یک ردیف برای برداشت نهایی و سه ردیف بعنوان حاشیه در نظر گرفته شده بود. برداشت نهایی از ردیف منظور شده از هر کرت با حذف یک بوته از هر انتهای ردیف در تاریخ‌های بیست و چهارم و بیست و پنجم مهرماه صورت گرفت.

به منظور تحلیل تغییرات هر یک از صفات ثبت شده نسبت به زمان، شش بار نمونه‌برداری در طول فصل رشد از ۳۱ تا ۱۵۶ روز پس از کاشت از ردیفهایی که به همین منظور اختصاص یافته بودند، صورت پذیرفت. نمونه‌برداری به روش تجربی و با رعایت حاشیه و با فواصل زمانی غیرمنظم به ترتیب ۳۱، ۵۹، ۸۷، ۱۱۰، ۱۲۷ و ۱۵۶ روز پس از کاشت انجام شد. در هر بار نمونه‌گیری، دو بوته از هر کرت به طور کامل برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا قسمتهای زیرزمینی بوته به وسیله آب شسته شدند و سپس سطح برگ[1] بوته‌ها نمونه‌برداری شده به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. نیز در این آزمایش، ساقه‌های اصلی که به طور مستقیم از غدهٔ بذری رشد کرده بودند و نیز ساقه‌های فرعی که از زیر خاک و از جوانه‌های روی ساقه اصلی ناشی شده و تولید ریشه، استولون و غده کرده بودند، به عنوان ساقه شمارش گردیدند. ارتفاع هر ساقه از محل تماس ساقه با خاک (حد فاصل بین دو بخش سفید رنگ و سبز ساقه) تا انتهایی‌ترین شاخهٔ انشعاب یافته از ساقه به صورت تجمعی اندازه‌گیری شده و سپس برای محاسبهٔ ارتفاع متوسط ساقه، بر تعداد ساقهٔ شمارش شده تقسیم شد. طول تجمعی استولونها با استفاده از نخ اندازه‌گیری شده و با دقت یک میلی‌متر یادداشت شد. محل اتصال استولون به ساقه به عنوان مبدأ اندازه‌گیری و محل ارتباط با غده‌ها نیز به عنوان انتهای استولون در نظر گرفته شد. مجموع وزن خشک برگها، ساقه‌ها، استولونها و غده‌های موجود روی یک بوته، وزن خشک کل به ازای هر بوته را تشکیل داد.

برای تعیین مدل ریاضی که بتواند تغییرات صفات را نسبت به زمان بیان کند، مقدار عددی صفات مورد اندازه‌گیری ابتدا به لگاریتم طبیعی تبدیل شد، و آنگاه از طریق روش حداقل مربعات با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای STATGRAPHIC (نسخه ششم) مدلهای چند جمله‌ای متفاوتی مورد آزمون قرار گرفتند، تا مدلی که بهترین برازش را با داده‌های مشاهده شده داشته باشد بدست آید. بر اساس مدلهای بدست آمده و بابهره‌گیری از نرم‌افزار رایانه‌ای QUATROPRO (نسخه چهارم) تغییرات هر یک از صفات برای هر رقم، الگوی کاشت و تراکم رسم شد.

نتایج

ـ شاخص سطح برگ[2]: تغییر شاخص سطح برگ در ارقام، فاصله ردیف‌ها و تراکم بوته از معادلات درجه دوم پیروی می‌کنند. با توجه به شکل ۱-الف شاخص سطح برگ رقم دراگا از ابتدای دورهٔ رشد تا حدود ۴۵ روز پس از کاشت بیشتر از دو رقم دیگر است و از آن به بعد رقم آئولا و حدود ده هفته پس از کاشت رقم کاسموس شاخص سطح برگ بیشتری در مقایسه با رقم دراگا دارند. بیشترین مقدارشاخص سطح برگ در رقمهای دراگا، آئولا و کاسموس به ترتیب معادل ۱/۷۵، ۳/۱۵ و ۱/۹۱ بود که حدود ۸۳ تا ۸۹ روز پس از کاشت بدست آمد.

مطالعه تغییر شاخص سطح برگ در دو فاصله ردیف (شکل ۱- ب) نیز حاکی از تفاوت بسیار جزیی در اواسط دورهٔ رشد است که طی آن مقدار این شاخص در

1- Leaf area (LA) 2- Leaf area index (LAI)

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله ردیف ۵۵ سانتی‌متر(۲/۲۸) اندکی بیش از فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر (۲/۲۲) بود.

با توجه به شکل ۱- ج می‌توان دریافت که تغییر شاخص سطح برگ نسبت به زمان درتراکمهای مورد مطالعه از معادلهٔ درجه دوم پیروی می‌کند. در واقع مقدار این شاخص در ابتدای دورهٔ رشد با روند افزایشی شروع گشته و پس از دستیابی به حداکثر مقدار در اواسط دورهٔ رشد از مقدار آن کاسته می‌شود. سه سطح تراکم ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع دارای نزدیکی بیشتری از لحاظ روند تغییر بودند و تنها کمترین سطح تراکم (۳/۰ بوته در مترمربع)، مقدارشاخص سطح برگ مجزا و کمتری نسبت به سایر سطوح تراکم از خود نشان داد. بیشترین شاخص سطح برگ در تراکمهای ۳/۰، ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع به ترتیب ۱/۷۱، ۲/۴۰، ۲/۴۵ و ۲/۵۱ بود که از ۸۲ تا ۹۰ روز پس از کاشت بدست آمد. البته با توجه به این موضوع که در انتهای دوره رشد مقدارشاخص سطح برگ در تمام تراکم‌های مورد مطالعه یکسان بود و از نمونه‌گیری چهارم (۱۱۰ روز پس از کاشت) اختلافی هم از نظر آماری بین سطوح مختلف تراکم وجود نداشت، مشخص می‌شود گرچه با افزایش تراکم بر مقدارشاخص سطح برگ به ویژه در اواسط دورهٔ رشد افزوده می‌شود، اما در پی چنین افزایشی، روند نزولی شدیدتری نیز پس از دستیابی به حداکثرشاخص سطح برگ به وقوع می‌پیوندد.

- *تعداد ساقه در هر بوته* : تغییر تعدادساقه در هر بوته در طول زمان از معادله‌های درجه سوم پیروی کرد. با توجه به شکل ۲-الف چنین برمی‌آید که رقم کاسموس دارای مقدار نسبتاً ثابتی تعدادساقه به ازای هر بوته در طول زمان است و رقم آئولا نیز ابتدا روند افزایشی دارد و در حدود ۸۰ روز پس از کاشت به بیشترین تعداد ساقه به ازای هر بوته رسیده است (۴/۱۹ ساقه به ازای هر بوته) و سپس از مقدار آن کاسته می‌شود. در این میان رقم دراگا وضع کاملاً متفاوتی داشت. این رقم که در ابتدای دورهٔ رشد بیشترین‌تعداد ساقه به ازای هر بوته را داشت تا حدود ۷۰روز پس از کاشت از تعداد ساقه به ازای هر بوته کاسته شده و مجدداً بر تعداد ساقه‌ها افزود و چنین روندی تا انتهای دورهٔ رشد ادامه یافت. بیشترین‌تعداد ساقه به ازای هر بوته در رقمهای دراگا و کاسموس به ترتیب معادل ۴/۵۵ و ۳/۰۴ ساقه به‌ازای هر بوته است که در روزهای ۳۱ و ۱۲۱ روز پس از کاشت بدست آمده است.

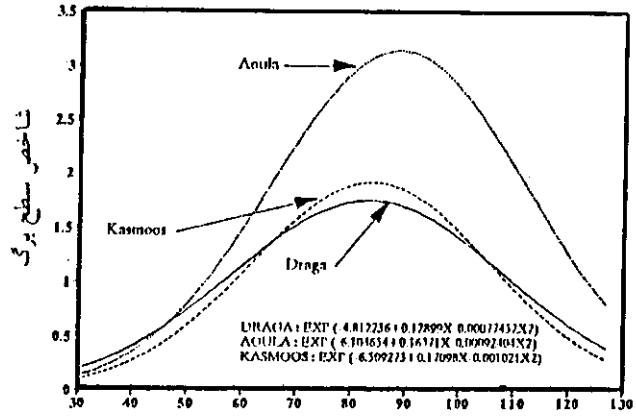
تغییرات تعداد ساقه در هر بوته در تراکمهای متفاوت در طول زمان در شکل۲-ب، نشان داده شده است. در تراکمهای پایین (۳/۰ و ۴/۵بوته در مترمربع) از تعداد ساقه‌های تولید شده در هربوته در طول زمان کاسته شد ولی با افزایش تراکم (۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع) تا اواسط دورهٔ رشد به شکل تقریباً ثابت و کم و بیش افزایشی برتعداد ساقه به ازای هر بوته افزوده شده و آنگاه روند نزولی نشان دهد. بهرحال منحنی تغییرات‌تعداد ساقه در هر بوته در تراکم های مختلف از معادله درجه دوم پیروی کرد. بیشترین‌تعداد ساقه به ازای هر بوته در تراکم‌های ۳/۰، ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع به ترتیب ۳/۸۱، ۴/۰۱، ۳/۹۳ و ۳/۸۲ ساقه در هر بوته بود با این تفاوت که بیشترین تعداد ساقه به ازای هر بوته در تراکمهای ۳/۰ و ۴/۵ در همان اولین نمونه‌گیری(۳۱ روز پس از کاشت) و در تراکمهای ۶/۰ و ۷/۵ به ترتیب ۷۳ و ۷۰ روز پس از کاشت بدست آمد. روند تغییر در دو فاصله کاشت مختلف به صورت تعداد ساقه در واحد سطح در شکل ۲ - ج نشان داده شده است. هر دو فاصله کاشت معادلهٔ درجه دوم دارد.

- *ارتفاع متوسط ساقه* : تغییرات ارتفاع متوسط نسبت به زمان در سه رقم مورد مطالعه در شکل۳- الف نشان داده شده است. رقم آئولا در بخش اعظم دورهٔ رشد از ارتفاع متوسط ساقه بالایی نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود و پس از آن رقم کاسموس ارتفاع بیشتری داشت. میزان اختلاف در اواسط دورهٔ رشد به حداکثر رسیده و در انتهای دورهٔ رشد از مقدار آن کاسته شد. بر خلاف رقم دراگا که روند افزایشی خود را تقریباً تا پایان دورهٔ رشد حفظ کرد، دو رقم آئولا و کاسموس پس از رسیدن به

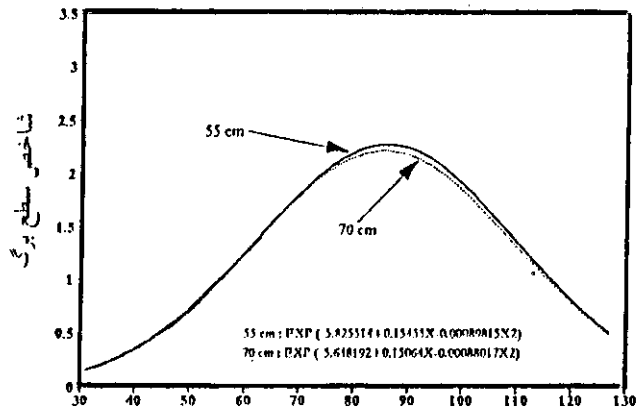
www.SID.ir

Archive of SID

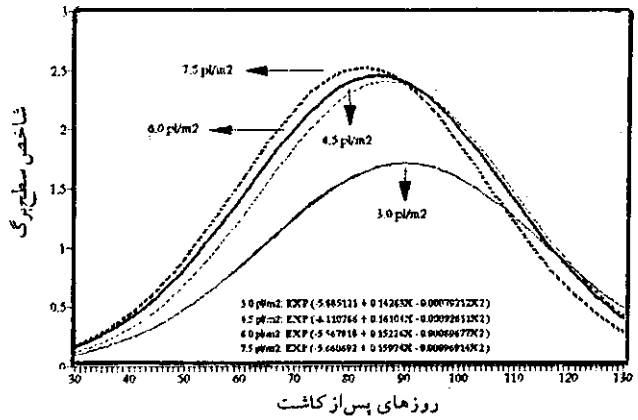
الف ـ رقم



ب ـ فاصلهٔ ردیف



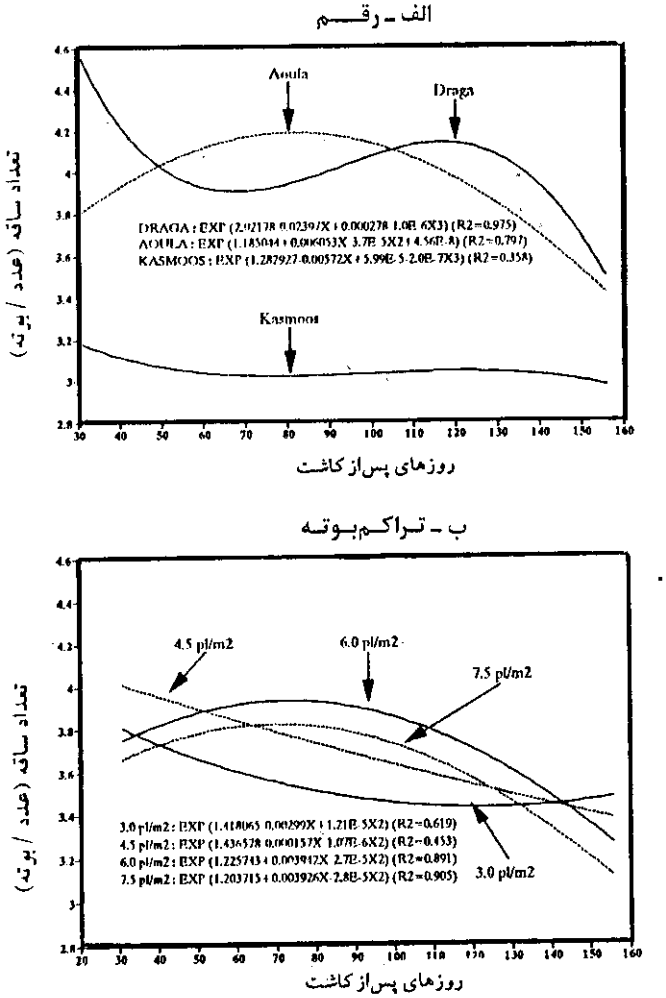
ج ـ تراکم بوته



شکل ۱ـ تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان: الف) رقم، ب) فاصلهٔ ردیف و ج) تراکم بوته.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ـ تغییرات تعداد ساقه در هر بوته نسبت به زمان: الف) رقم و ب) تراکم بوته.

حداکثرارتفاع متوسط ساقه با شیب نسبتاً تندی رو به کاهش گذاشتند. تغییرات ارتفاع متوسط ساقه در هر سه رقم و در هر دو فاصله ردیف از معادلهٔ درجه دوم پیروی کرد. با توجه به شکل ۳ـب می‌توان دریافت که فاصله ردیف عریضتر موجب افزایش ارتفاع متوسط ساقه شده است.

تغییرات ارتفاع متوسط ساقه با زمان در سطوح مختلف تراکم در شکل ۳ـج آورده شده است. در مجموع افزایش تراکم باعث کاهش ارتفاع متوسط ساقه شد و اختلاف بین تراکم‌ها در حدود ۱۲۵ روز پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید، پس از این تاریخ، ارتفاع متوسط ساقه در تمامی سطوح تراکم روند نزولی در پیش گرفت. بوته‌های مورد کاشت طی تراکم ۶/۰ بوته در مترمربع نیز با روند نزولی شدیدتری که داشتند در انتهای دورهٔ رشد، ارتفاع کمتری نسبت به تراکم ۷/۵ بوته درمترمربع پیدا کردند. در مجموع تغییرات ارتفاع متوسط ساقه در تمام سطوح تراکم از معادله درجه دوم پیروی کرده و بیشترین مقدار برای تراکمهای ۳/۰، ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع به ترتیب ۲۶/۳۹، ۲۴/۸۶، ۲۳/۷۵ و ۲۴/۵۵ سانتی‌متر بود که به ترتیب در روزهای ۱۲۲، ۱۲۲، ۱۱۳ و ۱۲۷ روز پس از کاشت بدست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

ـ *طول تجمعی استولون (ساقهٔ رونده) در واحد سطح:*

همانگونه که در شکل ۴- الف نشان داده شده است، روند این تغییرات در سه رقم مورد آزمایش ابتدا افزایشی و سپس کاهشی بود. در بین این رقمها، رقم کاسموس دارای طول تجمعی بیشتری نسبت به دو رقم دیگر بوده و علی‌رغم اینکه تا اواسط دورهٔ رشد، مقدار طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح در رقم دراگا بیش از رقم آئولا بود پس از حدود ۱۱۰ روزبعداز کاشت، منحنی تغییرات این صفت در هر دو رقم بر همدیگر منطبق شد. بهرحال طول تجمعی استولونها در رقمهای کاسموس و دراگا از ابتدای دورهٔ رشد تا ۸۵ روز پس از کاشت افزایشی بود و در رقم آئولا این روند تا حدود ۱۰۰ روز پس از کاشت ادامه داشت و پس از دستیابی به بیشترین طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح که به ترتیب در رقمهای دراگا، آئولا و کاسموس ۱۷۲/۹۶، ۱۶۱/۰۳ و ۲۵۳/۵ سانتی‌متر در هر مترمربع بود، تا انتهای دوره رشد از این مقدار کاسته شد.

شکل ۴- ب تغییرات مجموع طول استولونهای تولید شده در واحد سطح را در دو فاصله ردیف، نشان می‌دهد. مقدار طول تجمعی در فاصله ۵۵ سانتی‌متر به نحو کاملاً متمایزی بیشتر از ردیفهای ۷۰ سانتی‌متری بود. در واقع علی‌رغم مشابه بودن مقادیر آغازین و پایانی طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح در هر دو فاصله ردیف، بوته‌های مورد کاشت در ردیفهای باریکتر به سرعت بر مقدار طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح افزوده و در اواسط دورهٔ رشد (۹۵ روز پس از کاشت) به حداکثر طول (۲۱۵/۹۳ سانتی‌متر در مترمربع) رسیدند ولی در پی چنین افزایشی، کاهش شدید طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح موجب همسانی نهایی در این مقدار شد و این در حالی بود که در ردیفهای عریضتر بوته‌ها به کندی بر طول استولونهای خود افزودند و پس از دستیابی به بیشترین طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح(۱۷۲/۱۵ سانتی‌متر در هر مترمربع) در اواسط دورهٔ رشد(۹۰ روز پس از کاشت) باز به همان شدت از طول تجمعی استولون آنها کاسته شد.

تغییرات این صفت در سطوح مورد مطالعهٔ تراکم در شکل۴- ج نشان داده شده است. با افزایش تراکم در بخش اعظم از دورهٔ رشد بر طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح افزوده شد ولی در اواخر رشد، با توجه به شدت متفاوت کاهش طول تجمعی استولون به ازای واحد سطح ، ترتیب موجود دستخوش تغییراتی شد. از سوی دیگر، با افزایش تراکم قوس منحنی نیز افزایش یافت، به عبارتی تراکمهای بالاتر بوته، نقطه حداکثر بالاتری از منحنی را به خود اختصاص دادند و در عین حال از شدت کاهش بیشتری نیز برخوردار بودند. در مجموع بیشترین مقدارطول تجمعی استولون به ازای واحد سطح در تراکمهای ۳/۰، ۴/۵، ۶/۰ و ۷/۵ بوته در مترمربع ۱۱۹/۰۸، ۱۹۳/۵، ۲۳۵/۹ و ۲۶۷/۰۷ سانتی‌متر بر مترمربع بود که حوالی ۸۵ تا ۱۰۵ روز پس از کاشت بدست آمد.

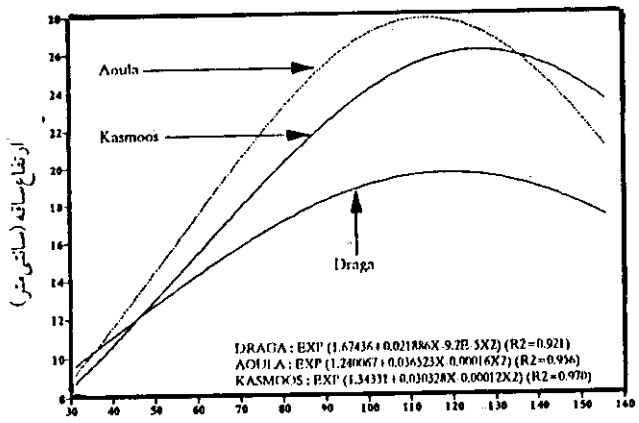
ـ *وزن خشک کل در واحد سطح* : تغییرات وزن خشک کل در واحد سطح در رقمهای مختلف نسبت به زمان از معادله درجه سوم پیروی کرد (شکل۵- الف). ابتدا با شیب بسیار کند بر مقدار وزن خشک افزوده شد و از حدود ۶۰ روز پس از کاشت به سرعت این مقدار افزایش یافت و تا ۱۲۰ روز پس از کاشت ادامه داشت سپس در وضع نسبتاً ثابتی باقی ماند. توضیح این مطلب ضروری است که در طول دورهٔ رشد مقدار وزن خشک کل در واحد سطح در سه رقم مورد آزمایش بسیار متفاوت بوده و ارقام آئولا، کاسموس و دراگا به ترتیب ۴۴۳/۰۶، ۵۸۸/۸۳ و ۷۷۰/۶۳ گرم ماده خشک در واحد سطح را دارا بودند.

تغییرات این صفت در دو فاصله ردیف مورد مطالعه در شکل۵- ب نشان داده شده است. نحوهٔ افزایش وزن خشک کل در واحد سطح در هر دو فاصله ردیف کاشت تفاوت چندانی با همدیگر نداشته و تنها در فاصله ردیف کاشت ۵۵ سانتی متربه نحو بسیار جزیی بیش از فاصله ردیف کاشت ۷۰ سانتی متر بود. بیشترین وزن خشک کل در واحد سطح نیز در فاصله ردیف‌های ۵۵ و ۷۰ سانتی‌متر به ترتیب ۵۱۳/۷۷ و ۵۰۴/۳۷ گرم در هر

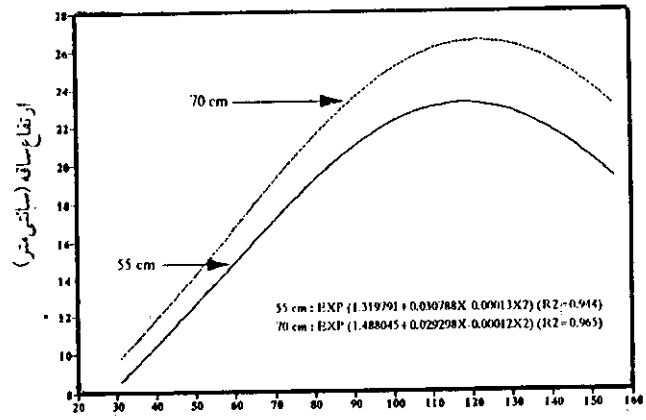
www.SID.ir

Archive of SID

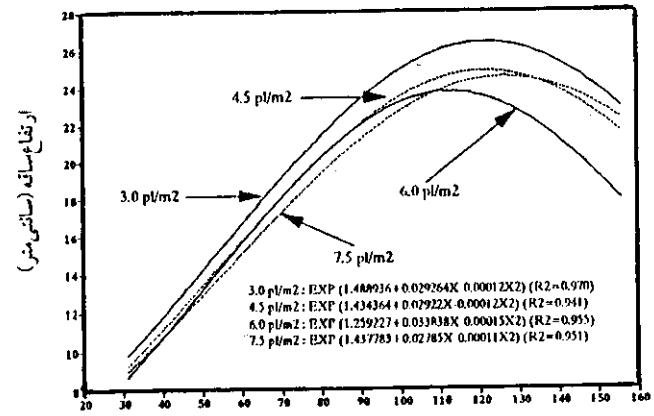
الف ـ رقم



ب ـ فاصلهٔ ردیف



ج ـ تراکم بوته

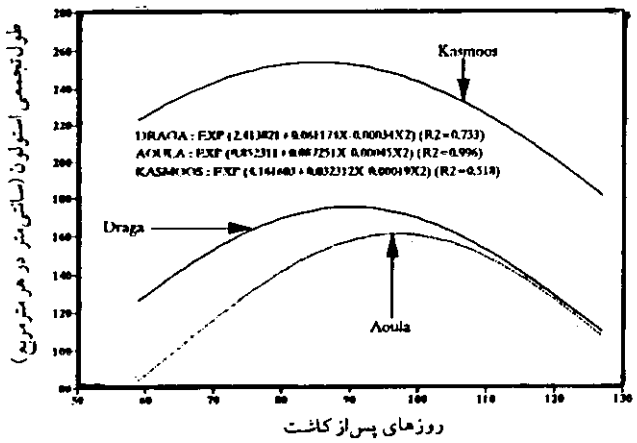


شکل ۳ـ تغییرات ارتفاع بوته نسبت به زمان: الف) رقم، ب) فاصلهٔ ردیف و ج) تراکم بوته.

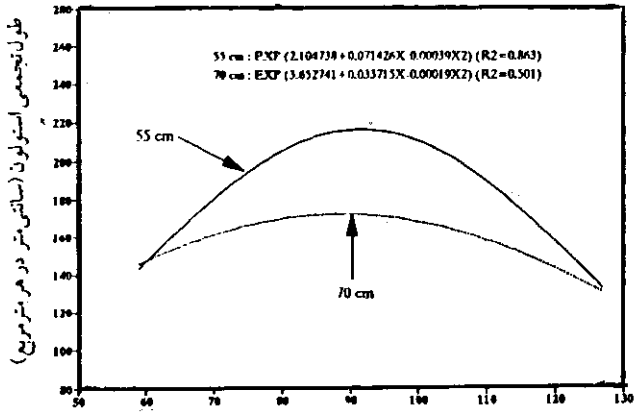
www.SID.ir

Archive of SID

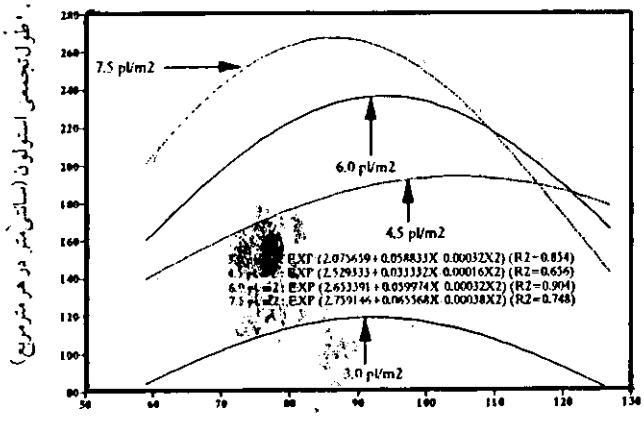
الف ـ رقم



ب ـ فاصلهٔ ردیف



ج ـ تراکم بوته



شکل ۴ـ تغییرات طول تجمعی استولون در واحد سطح نسبت به زمان: الف) رقم، ب) فاصلهٔ ردیف و ج) تراکم بوته.

www.SID.ir

Archive of SID

مترمربع بود که حدود ۱۲۸ روز پس از کاشت بدست آمد.

تغییرات وزن خشک کل در واحد سطح در تراکم‌های مختلف در شکل۵- ج نشان داده شده است. ملاحظه می شود که از یک سو منحنی تغییرات این صفت از معادله درجه سوم پیروی کرده و از سوی دیگر با افزایش تراکم بوته تا ۶/۰ بوته در مترمربع بر مقدار وزن خشک کل در واحد سطح افزوده شد و با افزایش بعدی، مقدار آن کاهش یافت. البته طی دوره‌ای که تغییرات مقدار وزن خشک کل در واحد سطح خطی بود، تا آخرین سطح تراکم، افزایش تعداد بوته موجب افزایش وزن خشک کل در واحد سطح شد. بیشترین مقدار وزن خشک کل در واحد سطح در سطوح مختلف تراکم به ترتیب معادل ۴۰۱/۲۱، ۵۱۳/۹۷، ۵۵۲/۹۶ و ۵۸۳/۱۵ گرم در واحد سطح بود که حدود ۱۲۸ تا ۱۳۶ روز پس از کاشت بدست آمد.

بحث

برگها به عنوان اندام فتوسنتز کنندهٔ گیاه نقش به سزایی در تولید مادهٔ خشک و در نهایت عملکرد اقتصادی گیاه بر عهده دارند و در مطالعات متعددی ارتباط نزدیکی بین شاخص سطح برگ با عملکرد غده و تولید ماده خشک مشاهده شده است(۲۲). در واقع نحوه تجمع ماده خشک در سیب‌زمینی به نحو تنگاتنگی با مقدار انرژی تابشی دریافت شده توسط قسمتهای هوایی و کارآیی گیاه در تبدیل این انرژی به ماده خشک ارتباط دارد(۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۹) که به طور معمول برای اندازه‌گیری مقدار انرژی دریافت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱۴). این شاخص علی‌رغم محدودیتهایی که به همراه دارد و پس از استقرار بوته و در طول دورهٔ رشد از همبستگی موجود بین این شاخص با مقدار نور دریافت شده کاسته می‌شود(۶)، با این وجود شاخص مناسبی برای ارزیابی توانایی بالقوهٔ گیاه در دریافت انرژی تابشی نور خورشید محسوب می‌شود.

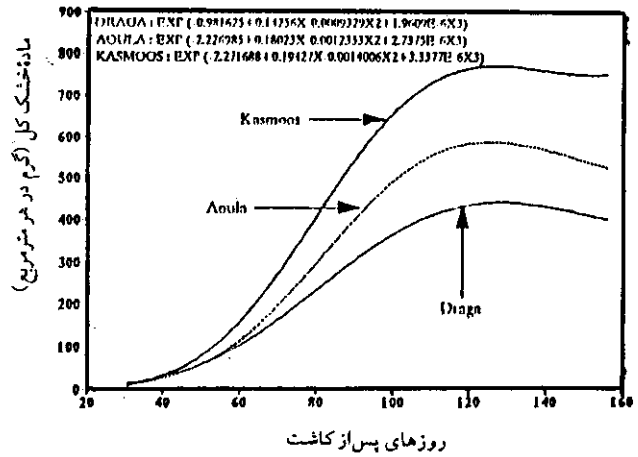
مطالعات صورت پذیرفته در رابطه با تعیین شاخص سطح برگ مطلوب سیب زمینی نتایج مختلفی به همراه داشته و مقادیر پیشنهادی بین ۲/۲۵ تا ۶/۴ متفاوت است(۸، ۱۱، ۱۴ و ۲۱). از آنجایی که طبق پیشنهاد بورستال و هریس(۲۶) میزان ارتباط موجود بین شاخص سطح برگ و مقدار نور دریافت شده به عواملی چون رقم و فاصله ردیف ارتباط دارد، می‌توان نتیجه گرفت که رقمهای مختلف از سطح برگ و نیز کارآیی متفاوتی از لحاظ تبدیل انرژی نورانی دریافت شده در وهله اول به ماده خشک و سپس انتقال آن به غده‌ها برخوردار باشند. در این مطالعه نیز مشاهده شد که سه رقم مورد آزمایش از سطح برگ متفاوتی برخوردارند. رقم آئولا شاخص سطح برگ بیشتری در مقایسه با رقمهای کاسموس و دراگا دارا بود. شاخص سطح برگ بدست آمده برای رقم آئولا در این مطالعه معادل ۳/۲۵ بود که به خوبی با یافته‌های اسکات و ویلکوکسون و مک‌کرون و وایستر قابل مقایسه است، اما رقمهای کاسموس و دراگا با شاخص سطح برگ معادل ۱/۹۵ و ۱/۷۵ توانایی کمتری در پوشش سطح خاک و بهره‌گیری کامل از انرژی نورانی برخوردار بودند. گو اینکه طبق پیشنهاد مک‌لارن و کورانا (نقل از منبع ۱۱) که مقدار شاخص سطح برگ مورد نیاز برای دریافت ۹۵ درصد انرژی نورانی را برای گیاه سیب زمینی چهار تعیین کرده بودند، هیچ یک از رقمهای مورد آزمایش قادر به‌حصول چنین شاخص سطح برگی نبودند.

مطابق یافته‌های برمنر و طاها با افزایش فاصله ردیف طول مدت زمانی که شاخص سطح برگ در نقطه اوج باقی می‌ماند، افزایش می‌یابد اما در مطالعه کنونی احتمالاً به دلیل اختلاف اندکی که سطوح فاصلهٔ ردیف از همدیگر داشتند، چنین اختلافی بین الگوهای کاشت به چشم نخورد و مقدار شاخص سطح برگ در فاصله ردیف باریکتر به نحو غیر معنی‌داری بیش از الگوی کاشت عریض‌تر بود. از جمله عوامل مهمی که روی مقدار شاخص سطح برگ تأثیر می‌گذارد، تراکم بوته یا تعداد بوته موجود در واحد سطح است(۵ و ۲۵)، به نحوی که در ۱۰۰٪ پوشش سایه‌انداز، مقدار نور دریافتی به تراکم بوته بستگی دارد(۱۱). در مطالعهٔ حاضر از یک سو با افزایش تراکم از مقدار سطح

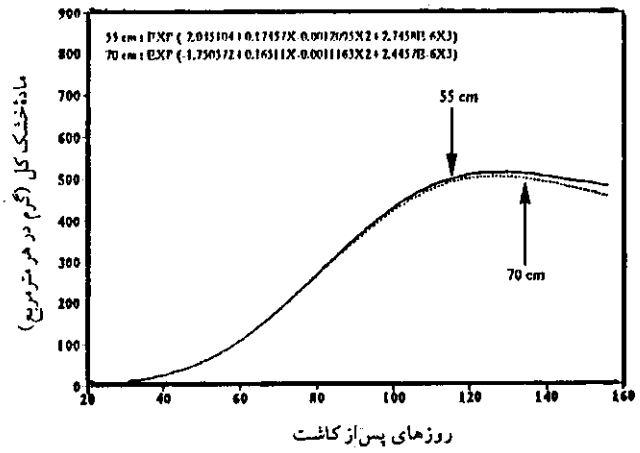
www.SID.ir

Archive of SID

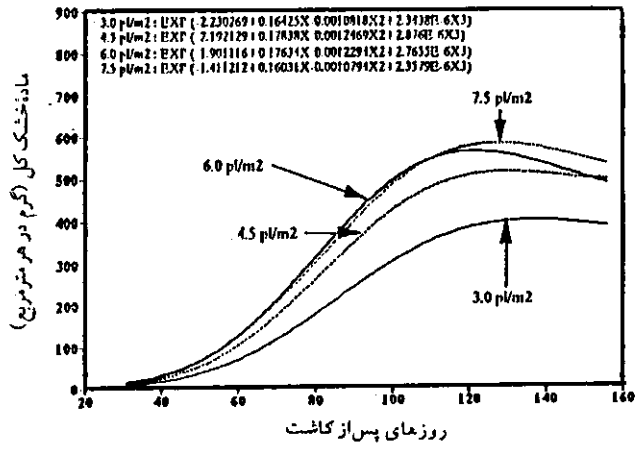
الف ـ رقم



ب ـ فاصلهٔ ردیف



ج ـ تراکم بوته



شکل ۵ـ تغییرات مادهٔ خشک کل در واحد سطح نسبت به زمان: الف) رقم، ب) فاصلهٔ ردیف و ج) تراکم بوته.

www.SID.ir

Archive of SID

برگ موجود در هر بوته کاسته شده (داده های چاپ نشده)و بر مقدار شاخص سطح برگ افزوده شد و از سوی دیگر چنین افزایشی تا تراکم ۶/۰ بوته در مترمربع صورت پذیرفته و با رسیدن آن به ۷/۵ بوته در مترمربع از مقدار شاخص سطح برگ کاسته شد. پژوهشگران متعددی نیز وجود چنین رابطه‌ای را بین تراکم و شاخص سطح برگ گزارش کرده‌اند(۸، ۱۶، ۲۱ و ۲۷). علاوه بر این، با افزایش تراکم از یک سو حداکثر شاخص سطح برگ دیرتر حاصل شده و از سوی دیگر شدت افت سطح برگ در تراکمهای بالا افزایش می‌یابد(۸ و ۱۶) که چنین شرایطی نیز در مطالعه حاضر به چشم خورد. افزایش حاصل در مقدار شاخص سطح برگ در تراکمهای بالای بوته اساساً در نتیجهٔ شاخه‌زایی بوده و تأثیری روی تعداد برگ تولید شده ندارد(۱۶).

در مطالعهٔ حاضر تعداد ساقهٔ تولید شده در هر بوته ودر واحد سطح (داده های چاپ نشده) در رقمهای مختلف متفاوت بوده و رقم آئولا تعداد ساقه بیشتری تولید کرد. الگوهای کاشت مورد مطالعه از تعداد ساقهٔ مشابهی در هر بوته برخوردار بودند و افزایش فاصله ردیفها از ۵۵ به ۷۰ سانتی‌متر تأثیری روی این ویژگی باقی نگذاشت. از جمله عوامل مهمی که تعداد(۲، ۲۵، ۲۷ و ۲۸) و نیز نحوهٔ رشد ساقه را متأثر می‌سازد، تراکم بوته است. در این مطالعه نیز افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد ساقه در هر بوته و افزایش تعداد ساقه تولید شده در واحد سطح شد که مشابه نتایج بدست آمده از سایر مطالعات بود(۲، ۱۶، ۱۷، ۲۵، ۲۷ و ۲۸). بهرحال لینچ و رائوبری(۲۱) اظهار کرده‌اند که تعداد ساقهٔ تولید شده در هر بوته از تراکم بوته متأثر نمی‌شود که نتایج بدست آمده از این مطالعه خلاف این مطلب را نشان داد.

تغییرات تعداد ساقه در طول زمان نیز ابتدا افزایشی و پس از دستیابی به بیشترین تعداد ساقه در سطوح مختلف تراکم تا انتهای دورهٔ رشد نسبتاً ثابت باقی ماند که چنین نتیجه‌ای را نیز ایفنکوی و آلن (۱۷) در مطالعهٔ خود بدست آورده‌اند. از سوی دیگر طبق مطالعات اسکات و یانگر[1]، تعداد ساقهٔ تولید شده در هر بوته در اوایل دورهٔ رشد تعیین می‌شود که احتمالاً این تعداد صرفنظر از عوامل مربوط به غدهٔ بذری از شرایط محیطی موجود در جامعهٔ گیاهی و از جمله تراکم بوته متأثر می‌شود.

از جمله ویژگیهای ساقه، ارتفاع ساقه‌هاست که ارتباط مثبتی با تعداد ساقه داشته وهمچنین تأثیر مثبتی بر روی عملکرد دارد(۲۲). مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که حتی در صورت مناسب بودن مقدار نیتروژن و آب در دسترس بوته‌ها، در تراکمهای بالای بوته، ساقه‌ها برای دستیابی به نور بیشتر به واسطه افزایش تعداد گرهها و طول میانگرهها(۹) بر ارتفاع خود می‌افزایند(۱۶) که چنین نتیجه‌ای نیز در مطالعه حاضر بدست آمد. بهرحال رقمهای مختلف واکنش متفاوتی نسبت به افزایش تراکم داشته(۱۶) و در این مطالعه، رقم آئولا از ارتفاع ساقهٔ بیشتری در مقایسه با دو رقم مورد بررسی دیگر برخوردار بود.

استولون‌ها یا ساقه‌های‌رونده که از ساقه‌های هوایی انشعاب یافته از غدهٔ بذری، تشکیل می‌شوند، محل آغاز غده‌ها بوده و همچنین در مسیر انتقال مواد از قسمتهای هوایی به غده‌ها را بر عهده دارند. تشکیل و رشد بعدی غده ارتباط نزدیکی با ویژگیهای استولون از جمله موقعیت استولون بر روی ساقه و زمان آغاز آن دارد (۲۵ و ۲۶). هاورکرت و همکاران (۲۵) نشان دادند که همبستگی شدیدی بین تعداد استولون و تعداد غده وجود دارد.

در مطالعه حاضر که صفت طول استولونها مورد بررسی قرار گرفته بود، بین رقمهای مورد مطالعه از این لحاظ تفاوت دیده شد و رقم کاسموس از طول تجمعی استولون بیشتری در مقایسه با دو رقم دیگر برخوردار بود. تغییر در فاصله بین ردیفها و افزایش آن از ۵۵ تا ۷۰ سانتی‌متر تأثیری روی طول استولون باقی نگذاشت، گرچه با توجه به یافته‌های ایفنکوی و آلن(۱۶)، افزایش

1- Scott and yanger

www.SID.ir

Archive of SID

فاصلهٔ ردیفها بر تعداد استولونها افزوده و از تعداد استولون حامل غده می‌کاهد. بهرحال افزایش تراکم بوته باعث افزایش طول استولون در واحد سطح و کاهش مقدار این ویژگی در هر بوته شد. این نتیجه‌گیری بر خلاف یافته‌های سونسون و نگلیکا(۲۷) بود که افزایش تراکم در مطالعهٔ آنها تأثیری روی ویژگیهای استولون نداشت، بهرحال تراکم بالای بوته با ادامه دوره رشد از مقدار طول استولونها(۲۷) و تعداد استولونهای حامل غده می‌کاهد اما تأثیری روی تعداد استولون باقی نمی‌گذارد(۱۶).

مواد تولید شدهٔ گیاهی به صورت مادهٔ خشک در گیاه متمرکز می‌شوند. افزایش عملکرد غده در وهله اول به تولید بیشتر ماده خشک و پس از آن هدایت مواد تولید شده به غده‌ها و کارآیی گیاه در چنین انتقالی بستگی دارد. مقدار مواد تولید شدهٔ گیاهی یا مقدار مادهٔ خشک تولید شده ارتباط مثبتی با تعداد ساقه(۱۷) و مقدار مادهٔ خشک غده داشته و بر اساس مطالعات کولینز(۸) رابطه‌ای با شاخص سطح برگ ندارد.

در مطالعهٔ حاضر و از لحاظ تولید ماده خشک در واحد سطح بین رقمهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود داشت و رقم آئولا از ماده خشک بیشتری برخوردار بود. تغییر در فاصلهٔ ردیفها تأثیری روی تولید مادهٔ خشک باقی نگذاشت، گرچه ایفنکوی و آلن(۱۶) با استفاده از ردیفهای عریضتر مشاهده کرده بودند که با افزایش فاصلهٔ ردیف و در ابتدای دورهٔ رشد از مقدار مادهٔ خشک تولید شده کاسته می‌شود اما این کاهش مقطعی بوده و در انتهای دورهٔ رشد در ردیفهای عریضتر این مقدار مشابه یا حتی بیشتر از ردیفهای باریکتر بود، که در مطالعهٔ حاضر احتمالاً به دلیل تفاوت اندکی که الگوهای کاشت مورد آزمایش داشتند، چنین تفاوتی به چشم نخورد. در این آزمایش افزایش تراکم از یک سو موجب افزایش رقابت بین بوته‌ای(۱۸) و کاهش مقدار مادهٔ خشک تولید شده در هر بوته شده(۳ و ۲۸) و از سوی دیگر بر مقدار مادهٔ خشک تولید شده در واحد سطح افزوده است(۴).

تغییرات مادهٔ خشک نیز از معادلهٔ درجه سوم پیروی کرد که طی آن مادهٔ خشک محتوی بوته‌ها در ابتدای دورهٔ رشد به صورت بطئی، سپس به شکل نمایی افزایش یافته و در نهایت پس از دستیابی به حداکثر وزن خشک به مقدار جزیی از مقدار آن کاسته شد.

منابع مورد استفاده

1- Adetuyi , F.C.1987. Response of three potato genotypes to density and method of cultivation. J. Agric. Sci. Camb. 109 : 405-408.

2- Al-Hassan, A.I.M., M.A. Al - Assaf, & A. J. Darweesh. 1988. Effect of planting distances and seed tuber sizes on growth, tuberization and yield of potatoes. Mesopotamia J. of Agric. 20 : 89-103.

3- Asanuma, K., J. Naka & K. Kogure. 1984. On the relationship between dry matter production and plant density in spring cropping potato plants. Tech. Bul. Fac. of Agric. Kagawa Univ. 35 : 53-59.

4- Berga L., & K. Caesar. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L. CV. Erntestolz) as influenced by different day length. Potato Res. 33 : 257-267.

5- Beukema H.P., & D.E. Van der Zaag. 1990. Introduction to potato production. Pudoc Wageningen.

6- Burstall, L., & P.M. Harris. 1983. The estimation of percentage light interception from leaf area

www.SID.ir

Archive of SID

index and percentage ground cover in potatoes. J. Agric. Sci. Camb. 100: 241-244.

7- Cho, J.L., & W.M. Iritani. 1983. Comparison of growth and yield parameters of Russet Burbank for a two - year period. Am. Potato J. 60 : 596-576

8- Collins, W.B. 1977. Analysis of growth in Kenebek with emphasis on the relationship between stem number and yield. Am. Potato J. 54:33-39.

9- Dawers D.S., R.B. Dwelle, G.E. Kleinkopf, & R.K. Steinhorst. 1983. Comparative growth analysis of Russet Burbank potatoes at tow Idaho locations. Am. Potato J. 60: 717-733

10- Demagante, A.L., P.M. Harris, & P. Van der zaag. 1993. Radiation use efficiency of four potato genotypes under tropical drought conditions. Am. Potato J. 70: 807

11- Firman, D.M., & E.J. Allen. 1989. Relationship between light interception, ground cover and leaf area index and percentage ground cover in potatoes. J. Agric. Sci. Camb. 100: 271-244

12- Gawroska, H., R.B. Dwelle, & J.J. Pavek. 1990. Partitioning of photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance II. Partitioning patterns by four clones grown under hight and low irradiance. Am. Potato J. 67 : 163 - 176

13- Hammers, P.S. 1985. The effect of stem population on tuber yield in a trial with single - stem seed pieces. Potato Res. 28 : 119-121

14- Haverkort. A.J., D. Uenk, H. Veroude, & M. Van De Waart. 1991. Relationships between ground cover , intercepted solar radiation , leaf area index, and infrared reflectance of potato crops. Potato Res. 34 : 113 - 121

15- Haverkort, A.J., M. Van De Waart, & K.B.A. Bodlaender. 1990. Interrelationships of the number of initial sprouts, stems, stolons and tubers per potato plant. Potato Res. 33 : 269-274

16- Ifenkwe, O.P. & E.J. Allen. 1978. Effects of row width and planting density on growth and yield of two main crop potato varieties. I. Plant morphology and dry matter accumulation. J. Agric. Sci. Camb. 91 : 265-278

17- Ifenkwe, O.P. & E.J. Allen. 1978. Effect of row width and planting density on growth and yield of two main crop potato varieties. II. Number of tubers, total and graded yields and their relationships with above ground stem densities. J. Agric. Sci. Camb. 91:279-289.

18- Iritani, W.M., L.D. Weller & N.R. Knowles. 1983. Relationships between stem number, tuber set and yield of Russet Burbank potatoes. Am. Potato J. 60: 423-431.

19- Khurana, S.C. & J.S. McLaren. 1982. The influence of leaf area, light interception and season on

www.SID.ir

Archive of SID

potato growth and yield. Potato Res. 25 : 329-342.

20- Kowenhoven . J.K. & C. Van Ouwerkerk. 1978. Optimum Row spacing for potatoes. Potato Res. 21 : 195-215.

21- Lynch, D.R. & R.G. Rowberry. 1977. Population density studies with Russet Burbank I. Yield/stem density models. Am. Potato J. 54 : 43-56.

22- Maity, S. & B.N. Chatterjee. 1977. Growth attributes of potato and their inter-relationship with yield. Potato Res. 20 : 337-341.

23- Rex B.L., W.R. Russel & H.R. Wolfe. 1987. The effect of spacing of seedpieces on yield, quality and economic value for processing of Shepdoy in Manitoba. Am. Potato J. 64 : 177-189.

24- Rykbost, K.A. & Maxwell J. 1993. Effects of plant population on the performance of seven varieties in the Klonath Basin of Oregon. Am. Potato. J. 70:463-474.

25- Struik, P.C., A.J. Haverkort, D. Vreugdenhil, C.B. Bus. & R. Dankerts. 1990. Manipulation of tuber-size distribution of a potato crop. Potato Res. 33 : 417-432.

26- Struik, P.C., D. Vreugdenhil, A.J. Haverkort, C.B. Bus, & R. Dankert. 1991. Possible mechanisms of size hierarchy among tubers on one stem of a potato (*Solanum tuberosum* L.) plant. Potato Res. 34 : 187 - 203.

27- Svensson, B. & I. Naglicka. 1975. Development of potato stands in relation to stand density. Potato Res. 18 : 105-108.

28- Van der Zaag D.E., & J.H. Doornbos. 1987. An attempt to explain differences in the yielding ability of potato cultivars based on differences in cumulative light interception, utilization efficiency of foliage and harvest index. Potato Res.30: 551-568.

29- Wurr, D.C.E. & G.E.L. Morris. 1979. Relationships between the number of stem produced by a potato seed tuber and its weight. J. Agric. Sci. Camb. 93 : 403-409.

30- Wurr, D.C.E., J.R. Fellows & E.J. Allen. 1992. Determination of optimum tuber planting density in the potato varieties Pentland Squire, Cara, Estima, Maris Piper and King Edward. J. Agric. Sci. Camb. 119 : 35 - 44.

www.SID.ir