دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره یازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰

بررسی اثر فاصله بوته بر عملکرد چهار رقم هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.) در شرایط محیطی جیرفت

ابراهیم ممنوعی[۱]، سید محمد علوی سینی[۲]، مرتضی اشراقی نژاد[۲*]

[۱] استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز
[۲] استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی:m.eshraghi@areeo.ac.ir
(تاریخ دریافت:۱۶ شهریورماه ۱۴۰۰، تاریخ پذیرش: ۱۸شهریورماه ۱۴۰۰)

چکیده

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین فاصله کاشت و رقم و همچنین یافتن مؤثرترین صفات در عملکرد هندوانه در تراکم‌های کاشت مختلف، این پژوهش به‌صورت کرت‌های خردشده در سه تکرار به مدت دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در جیرفت انجام شد. فاصله بوته (۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر) و چهار رقم هندوانه (پاتانگرا، فاووریت، کریمسونPS و کریمسونG-53) به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد فواصل کشت اثر معنی‌داری بر صفات موردمطالعه به‌جز ضخامت پوست میوه داشت؛ به‌طوری‌که تعداد میوه و عملکرد با افزایش فاصله بوته روی خط کاشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند؛ بیشترین مقدار این صفات به ترتیب برابر با ۰/۹۹ عدد و ۲۳/۸۲ تن در هکتار در فاصله ۴۰ سانتی‌متر حاصل شد. ولی کیفیت و شکل ظاهری میوه در فاصله ۷۰ سانتی‌متر بالاترین مقدار را خود را داشتند. افزایش فاصله کشت از ۴۰ به ۷۰ سانتی‌متر، باعث افزایش ۱۲ درصدی میزان مواد جامد محلول شد. ارقام موردمطالعه ازنظر همه صفات به‌جز بریکس با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. ارقام کریمسونPS و کریمسونG به ترتیب بیشترین عملکرد را در طی دو سال آزمایش برابر با ۲۲/۵۰ و ۲۰/۷۶ تن در هکتار به خود اختصاص دادند. رقم کریمسونPS ازنظر اکثر صفات موردمطالعه نسبت به ارقام دیگر نسبتاً برتر بود و این موضوع درنهایت به بالاترین عملکرد در واحد سطح منجر شد. تجزیه علیت مشخص نمود که در تراکم‌های مختلف کشت، تعداد میوه و وزن تک میوه بیشترین اثر را بر عملکرد میوه داشتند؛ این دو صفت به‌عنوان مهم‌ترین صفات در تعیین عملکرد میوه انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: بریکس، تجزیه علیت، تعداد میوه، فاصله کاشت، وزن میوه

مقدمه

هندوانه بانام علمی *Citrullus vulgaris* از تیره Cucurbitaceae، گیاهی یک‌ساله، خزنده و از محصولات مهم جالیزی فصل گرم محسوب می‌شود. تولید جهانی هندوانه بیش از ۱۶۱ میلیون تن می‌باشد که از سطحی بیش از ۴/۵ میلیون هکتار به دست می‌آید (۱۸). در سال ۲۰۱۹ ایران بعد از چین، ترکیه، هند، برزیل و الجزایر بیشترین تولید هندوانه در جهان را داشت (۱۸). در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بیش از ۱۰۵ هزار هکتار از زمین‌های زراعی ایران به تولید هندوانه اختصاص داشت که بیش از ۹۹ هزار هکتار آن به‌صورت آبی بوده و متوسط عملکرد آن بیش از ۳۶ تن در هکتار بود (۱). سطح زیر کشت هندوانه در جنوب استان کرمان بیش از ۱۴ هزار هکتار است که با تولید بیش از ۵۱۵ هزار تن محصول، جایگاه دوم تولید در کشور را دارد (۱). اهمیت تغذیه‌ای آن به دلیل داشتن لیکوپن فراوان است (۲۶). مصرف آجیلی بذر هندوانه در کشورهایی همچون ایران، چین و هند مرسوم است (۱۷). نیل به افزایش تولید محصولات زراعی ناشی از ارقام جدید و سطح زیر کشت و نوآوری در بازاریابی، عملیات کشت از قبیل تراکم کشت و مدیریت کود دهی را تغییر می‌دهد (۱۳). آکینتویه و همکاران (۹) بیان نمودند که تراکم کاشت علاوه بر نوع رقم، به نوع خاک و شرایط محیطی نیز وابسته است. برای افزایش تولید، بهره‌وری زمین و کاهش رقابت درون‌گونه‌ای نیاز است تراکم کشت مطلوب به دست آید. اثر معنی‌دار تراکم در عملکرد محصولات مختلف ازجمله جو بهاره (۷)، ذرت (۴)، ماش (۵)، کلزا (۶) گزارش‌شده است. دوتی و همکاران (۱۶)، گزارش کردند که تراکم اثر معنی‌داری بر اندازه میوه و تعداد میوه در بوته هندوانه داشت؛ به‌طوری‌که با افزایش تراکم کشت، اندازه و تعداد میوه کاهش یافت. نرسون و همکاران (۲۸) گزارش کردند که با افزایش تراکم، تعداد میوه در واحد سطح افزایش می‌یابد، درحالی‌که میانگین وزن میوه با کاهش همراه است. در مطالعات دیگر نیز افزایش تراکم در چند رقم هندوانه، تعداد میوه در واحد سطح را افزایش داد، اما تعداد میوه در هر گیاه و وزن میوه را کاهش داد (۹، ۱۲، ۲۷، ۳۳). رزنده و کاستا (۳۲) و گورتا و همکاران (۲۱) و میراندا و همکاران (۲۷) گزارش کردند زمانی که فاصله ردیف‌ها از ۰/۴ متر به ۱/۵ متر افزایش یافت، تعداد میوه هندوانه‌های کریمسون‌سویت نیز در هر گیاه افزایش یافت. همچنین مشخص شد که با افزایش فاصله بین گیاهان از ۰/۳ به ۲/۵ متر، تعداد هندوانه‌های تریپلوئید (بی‌دانه) در هر بوته را نیز افزایش می‌دهد (۱۹، ۳۳). از طرف دیگر راموس و همکاران (۳۱) هیچ‌گونه اختلافی بین فاصله‌های کشت ۰/۵×۲، ۰/۴×۲ و ۰/۳×۲ متر از منظر تعداد میوه در هر بوته مشاهده نکردند. ازجمله ارقام هندوانه که به علت بازارپسندی خوب و مقاومت به بیماری‌ها در سال‌های اخیر در اکثر مناطق کشور رواج یافته، رقم کریمسون‌سویت می‌باشد. این رقم دارای پوست نسبتاً ضخیم به رنگ سبز روشن با خطوط سبز تیره است .خاصیت حمل‌ونقل آن خوب و رنگ گوشت آن قرمز و شیرینی قابل قبولی دارد (۲۳). این مطالعه باهدف الف) تعیین مناسب‌ترین فاصله کشت و رقم و همچنین ب) یافتن مؤثرترین صفات در تعیین عملکرد هندوانه در واحد سطح در فاصله کشت‌های مختلف در شرایط جنوب استان کرمان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تراکم کاشت و رقم و همچنین یافتن مؤثرترین صفات در تعیین عملکرد هندوانه در واحد سطح در تراکم‌های مختلف، این پژوهش به مدت دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان به اجرا درآمد. مشخصات محل اجرای آزمایش شامل

ارتفاع ۶۲۸ متر از سطح دریا، مختصات جغرافیایی ً۳۱َ۵۱ْ۵۷ طول شرقی و ً۴۸َ۳۲ْ۲۸ عرض شمالی و بافت خاک شنی رسی بود. ویژگی‌های خاک و آب محل آزمایش در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

کبالت (قسمت در میلیون	روی (قسمت در میلیون	منگنز (قسمت در میلیون	آهن (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل‌استفاده (قسمت در میلیون)	فسفر قابل‌استفاده (قسمت در میلیون)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۱/۵۲	۱/۰۸	۱۱/۱۴	۲/۳	۲۰۵	۴/۲	۰/۱	۸/۳	۵/۲۵

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. کرت اصلی شامل چهار فاصله بوته روی ردیف به فاصله‌های ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر (تراکم تئوری بوته ۵۰، ۴۰، ۳۳/۳۳ و ۲۸/۵۷ هزار بوته در هکتار) و کرت فرعی شامل چهار رقم هندوانه تیپ گرد (پاتانگرا، فاووریت، کریمسون PS و کریمسون G-53) بود. کشت در اواخر دی‌ماه در زیرپوشش پلاستیک (تونل‌های کوتاه) به‌صورت کپه‌ای در ناحیه داغاب به عرض ۵۰ سانتی‌متر در دو طرف جوی صورت پذیرفت. طول هر پلات ۶ متر و عرض پشته‌ها چهار متر در نظر گرفته شد. بعد از استقرار بوته‌ها، در زمان چهار برگی تنها یک بوته قوی نگه‌داشته شد.

جدول ۲- تجزیه آب آبیاری مورداستفاده در این آزمایش

SAR	Cl- (ppm)	Na+ (ppm)	Ca+ (ppm)	بیکربنات HCO3- (میلی‌گرم بر لیتر)	کربنات CO32- (میلی‌گرم بر لیتر)	pH	Ec (دسی‌زیمنس بر متر)
۰/۷۶	۱/۴	۲/۰۵	۱۴/۴	۲/۱۴	۰/۴۸	۷/۱	۰/۷۶

آبیاری به روش جوی و پشته‌ای انجام شد. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. کودهای نیتروژن، فسفره و پتاسه بر اساس آزمون خاک در طول دوره رشد به زمین داده شد. بر اساس نتایج آزمون خاک ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع صورت اوره در دو مرحله (بعد از کشت و اواسط دوره رشد)، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت استفاده گردید. صفات روز تا گلدهی، ضخامت پوست میوه، بریکس، عرض میوه، طول میوه، تعداد میوه در واحد سطح، متوسط وزن تک میوه و عملکرد در واحد سطح در طول فصل رشد و پس از برداشت میوه اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری صفات از میانگین ۵ بوته تصادفی استفاده شد. برای اندازه‌گیری عملکرد میوه، میوه‌های کل کرت در یک مرحله برداشت و وزن آن‌ها پس از کسر میوه‌های زیر ۱/۳ کیلوگرم و میوه‌های نامرغوب به‌عنوان عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. برای صفت بریکس با توجه به اینکه بریکس در قسمت-های مختلف میوه متفاوت است، پس از برش میوه، نمونه بخش‌های مختلف باهم مخلوط و از نمونه حاصله

برای قرائت بریکس استفاده شد. از هر کرت پنج میوه انتخاب و میانگین بریکس آن‌ها به‌عنوان میزان بریکس برای هر کرت در نظر گرفته شد.

پس از بررسی نرمال بودن خطاهای آزمایشی به‌منظور انجام تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون به روش گام‌به‌گام، تجزیه علیت و محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی از نرم‌افزار SAS نسخه 9.4 استفاده شد. مقایسه میانگین مشاهدات از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و از نرم‌افزار Amos (IBM SPSS 21) برای رسم دیاگرام‌های علیت استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات موردمطالعه طی دو سال آزمایش در جدول ۳ نشان داده‌شده است. بر این اساس مشخص شد که اثر سال بر روی صفات عرض میوه و روز تا گلدهی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. سایر صفات تحت تأثیر معنی‌دار سال قرار نگرفتند. معنی‌دار بودن اثر سال نشان می‌دهد که شرایط در دو سال آزمایش متفاوت بوده است و صفات تحت تأثیر این شرایط قرار گرفتند. اثر فاصله کاشت بر بریکس در سطح پنج درصد و همچنین بر عرض میوه، طول میوه و عملکرد میوه در هکتار در سطح یک درصد معنی‌دار بود. باقی صفات تحت تأثیر معنی‌دار فاصله کشت قرار نگرفتند. اثر رقم بر صفات ضخامت پوست میوه، عرض میوه، طول میوه، روز تا گلدهی، وزن میوه و عملکرد میوه در هکتار بسیار معنی‌دار و بر صفت تعداد میوه معنی‌دار بود. بریکس تنها صفتی بود که تحت تأثیر معنی‌دار رقم قرار نگرفت. برهمکنش فاصله کشت در سال بر صفات موردمطالعه، معنی‌دار نبود عدم معنی‌داری این برهمکنش نشان‌دهنده واکنش یکسان فاصله‌های کشت در دو سال آزمایش می‌باشد. برهمکنش رقم در سال برای صفات وزن تک میوه، تعداد میوه در واحد سطح و عملکرد میوه در هکتار نشان‌دهنده اثرپذیری صفات مذکور در هر رقم، از شرایط محیطی می‌باشد. برهمکنش فاصله کشت و رقم بر ضخامت پوست میوه، بریکس، عرض میوه، تعداد میوه و عملکرد میوه در هکتار در سطح یک درصد معنی‌دار بود. این برهمکنش بر طول میوه معنی‌دار و بر روز تا گلدهی و وزن میوه غیر معنی‌دار بود (جدول ۳).

در طول دو سال آزمایش بین رقم‌ها اختلاف معنی‌داری برای اکثر صفات موردمطالعه به‌جز صفت بریکس مشاهده گردید، این موضوع بیانگر وجود تنوع کافی بین رقم‌ها ازلحاظ صفات موردبررسی می‌باشد. به‌طوری‌که ارقام کریمسونPS و کریمسون G به ترتیب بیشترین عملکرد هندوانه در واحد هکتار را در طی دو سال آزمایش به خود اختصاص دادند (به ترتیب ۲۲/۵۰ و ۲۰/۷۶ تن در هکتار) (جدول ۴). کمترین عملکرد مربوط به رقم فاووریت به میزان ۱۴/۴۸ تن در هکتار بود. دلایل متفاوتی برای برتری ارقام نسبت به هم ازنظر عملکرد بیان‌شده است. گیچیمو و همکاران (۲۰) برتری ارقام را به برتری‌هایی ازنظر ویژگی‌های رویشی، مرتبط دانستند. گوسمینی و وهنر (۲۲) علاوه بر نقش عملیات زراعی و شرایط محیطی، نقش بسزایی را برای نوع رقم در حصول عملکرد بالا قائل شدند.

جدول ۳- تجزیه مرکب میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در طی دو سال

منابع تغییر	درجه آزادی	ضخامت پوست میوه	بریکس (TSS)	عرض میوه	طول میوه	روز تا گلدهی	وزن میوه	تعداد میوه	عملکرد میوه در هکتار
سال	۱	۰/۲۷۵ ns	۰/۴۱۲ ns	۳۱/۴۳**	۴/۴۲ ns	۳۲۳۱/۷۶**	۳/۵۲ ns	۰/۰۹ ns	۱۳/۸ ns
تکرار در سال	۴	۰/۲۰	۰/۸۵	۲/۴۸	۲/۸۳	۳/۹۸	۱/۵۷	۰/۵۶	۱۵۱/۶۵
فاصله کشت	۳	۰/۱۵ns	۳/۹۳*	۸۱/۷**	۹۹/۳۲**	۳۶/۱۸ ns	۱/۹۱ ns	۰/۸۶ ns	۲۷۸/۲۴**
سال× تراکم	۳	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۰/۴۸ ns	۰/۹۰ ns	۲۰/۳۴ ns	۰/۵۰ ns	۰/۰۵ ns	۹/۵۱ ns
خطا ۱	۱۲	۰/۰۵	۰/۹۵	۲/۶۰	۱/۹۰	۲۵/۸۱	۰/۳۹	۰/۰۵	۳/۳۵
رقم	۳	۰/۹۱**	۰/۶۵	۷/۵۱**	۵/۵۴**	۷۱/۵۹**	۲/۰۵**	۰/۰۴*	۱۳۸/۲۵**
سال× رقم	۳	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۲ ns	۰/۱۹ ns	۲۷/۵۴ ns	۰/۶۰*	۰/۱۰**	۲۱/۲۳**
فاصله کشت × رقم	۹	۰/۱۹**	۳/۲۹**	۰/۵۲۸**	۰/۶۷*	۱۸/۵۳ ns	۰/۱۰ ns	۰/۰۴**	۴/۸۹ ns
سال× تراکم× رقم	۹	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۶ ns	۰/۲۳ ns	۲۲/۸۳ ns	۰/۲۲ ns	۰/۰۲ ns	۷/۸۱*
خطا ۲	۴۸	۰/۰۵	۰/۵۷	۰/۱۲	۰/۳۰	۱۷/۶۶	۰/۱۹	۰/۰۲	۲/۸۰
درصد ضریب تغییرات	-	۱۵/۶۲	۹/۵۶	۲/۱۴	۲/۹۷	۷/۳۳	۱۴/۷۲	۱۶/۶۴	۸/۴۸

ns، ** و *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

بیشترین تعداد میوه در مترمربع مربوط به رقم پاتانگرا بود (۰/۸۱ میوه در هر مترمربع) که با رقم کریمسونG اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (۰/۷۵ میوه در هر مترمربع). کمترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به رقم کریمسونG بود (۵۵/۵۸ روز) که با ارقام پاتانگرا و فاووریت در یک سطح آماری قرار گرفت. کمترین طول میوه در رقم پاتانگرا (۱۴/۵۳ سانتی‌متر) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با بقیه ارقام داشت. بیشترین عرض میوه مربوط به رقم کریمسون PS با میانگین عرض ۱۶/۵۶ سانتی‌متر و کمترین عرض میوه متعلق به رقم فاووریت (۱۵/۷۲ سانتی‌متر) بود. بیشترین ضخامت پوست میوه مربوط به ارقام کریمسونPS و کریمسونG بود (به ترتیب ۱/۶۰ و ۱/۵۰ سانتی‌متر) که باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما با ارقام پاتانگرا و فاووریت با میانگین ضخامت پوست میوه برابر با ۱/۲۲ سانتی‌متر، اختلاف آماری داشتند. میزان بریکس در این مطالعه تحت تأثیر نوع رقم قرار نگرفت (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در ارقام و فاصله‌های کشت مختلف بر اساس میانگین دو سال آزمایش

	عامل	ضخامت پوست میوه	بریکس	عرض میوه cm	طول میوه cm	روز تا گلدهی	وزن میوه	تعداد میوه	عملکرد تن در هکتار
فاصله کشت (سانتی‌متر)	۴۰	۱/۴۲ a	۷/۴۹ b	۱۳/۶۵ c	۱۵/۸۸c	۵۷/۴ a	۲/۷c	۰/۹۹a	۲۳/۸۲a
	۵۰	۱/۳۲ a	۷/۸۱ b	۱۵/۶۴ b	۱۷/۵b	۵۵/۷۹ a	۲/۷۸bc	۰/۸۰b	۲۰/۶۳b
	۶۰	۱/۳۲ a	۷/۷۹ b	۱۶/۳۹b	۱۸/۹۴ab	۵۸/۵۸a	۳/۱۴ab	۰/۶۵bc	۱۸/۶۷c
	۷۰	۱/۴۱ a	۸/۴۵ a	۱۸/۱a	۲۰/۶۵a	۵۸/۴a	۳/۲۹a	۰/۵۶c	۱۵/۷۲d
رقم	پاتانگرا	۱/۲۲b	۸/۹a	۱۶/۲۹b	۱۷/۵۳b	۵۶/۸۳b	۲/۶۶c	۰/۸۱a	۱۷/۹d
	فاووریت	۱/۲۲b	۷/۸۰a	۱۵/۷۲c	۱۸/۴۴a	۵۷/۳۳ab	۲/۸۲bc	۰/۷۳b	۱۸/۴۸c
	کریمسون PS	۱/۶۰a	۷/۷۱a	۱۶/۵۶a	۱۸/۵۸a	۵۹/۷۱a	۳/۳۱a	۰/۷۲b	۲۲/۵۰a
	کریمسون G	۱/۵۰a	۷/۹۴a	۱۶/۲۱b	۱۸/۴۳a	۵۵/۵۸b	۳/۱۲ab	۰/۷۵ab	۲۰/۷۶b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر عامل اختلاف معنی‌داری ازلحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر ندارند.

پارکینزویاز و همکاران (۳۰) بیان داشتند که تفاوت ارقام هندوانه ازنظر مقدار مواد جامد محلول در میوه به رنگ درون‌بر میوه مرتبط است و ارقام بارنگ درون‌بر قرمز، دارای مقادیر بیشتری از فروکتوز، گلوکز و سوگروز بودند. عدم اختلاف معنی‌دار بریکس در ارقام می‌تواند به دلیل رنگ قرمز درون‌بر تمامی ارقام موردمطالعه باشد. همان‌گونه که از جدول ۴ مشخص است رقم کریمسون PS ازلحاظ اکثر صفات موردمطالعه نسبت به سایر ارقام برتری نسبی داشت و همین موضوع درنهایت باعث شد تا بیشترین میزان عملکرد در واحد سطح را به خود اختصاص دهد. رقم کریمسون PS هرچند تعداد میوه کمتری در واحد سطح نسبت به پاتانگرا تولید کرد (۱۲/۵ درصد) ولی با توجه به وزن میوه بالاتر (۲۴/۵ درصد) نسبت به رقم پاتانگرا و طول و عرض میوه بیشتر، بالاترین میزان عملکرد در واحد سطح را حاصل نمود. رقم پاتانگرا با دارا بودن بیشترین تعداد میوه در واحد سطح، کمترین میزان عملکرد در واحد سطح (۱۷/۰۹ تن در هکتار) را تولید نمود. عامل کاهش عملکرد در واحد سطح در این رقم، وزن پایین میوه می‌باشد (۲/۶۶ کیلوگرم). بنابراین متوسط وزن میوه، عامل مهمی در تعیین عملکرد در واحد سطح می‌باشد. ارقام فاووریت و کریمسونG به خاطر این‌که تعداد میوه و وزن میوه متوسطی داشتند ازلحاظ میزان عملکرد مابین این دو رقم قرار گرفتند. گزارش‌شده است که در شرایط نرمال آبیاری، وزن میوه؛ و در شرایط تنش، با توجه به کوچک شدن میوه‌ها، تعداد میوه، یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد در واحد سطح می‌باشند (۲). راموس و همکاران (۳۱) نیز اختلاف معنی‌داری بین ارقام موردمطالعه ازلحاظ عملکرد اقتصادی گزارش کردند.

نتایج نشان داد که فاصله بوته بر روی ردیف، اثر معنی‌داری بر صفات موردمطالعه به‌جز ضخامت پوست میوه و روز تا گلدهی داشت (جدول ۳)؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه و عملکرد در واحد سطح، به فاصله ۴۰

سانتی‌متر بر روی ردیف اختصاص داشت و با افزایش فاصله بین بوته‌ها، از تعداد میوه‌ها و عملکرد کاسته شد. مطالعه اثر فاصله مشخص نمود که وزن میوه با افزایش فاصله، بیشتر می‌شود. همچنین مشخص شد که سایر خصوصیات میوه از قبیل عرض میوه، طول میوه و بریکس با افزایش فاصله بین بوته‌ها، افزایش می‌یابد؛ که بیشترین مقدار ازلحاظ صفات اشاره‌شده به فاصله ۷۰ سانتی‌متر اختصاص داشت. در این آزمایش مشخص گردید که افزایش فاصله کشت، کیفیت میوه را نیز افزایش می‌دهد، به‌طوری‌که افزایش فاصله کشت از ۴۰ به ۷۰ سانتی‌متر، باعث افزایش ۱۲ درصدی میزان مواد جامد محلول شد (جدول ۴).

لانگ و همکاران (۲۵) گزارش کردند شیوه‌های مختلف کاشت می‌تواند بر ویژگی‌های کیفی میوه نیز اثر داشته باشد. شیوه‌های مختلف کاشت که باعث زودرسی محصول گردد، ممکن است منجر به مصرف قندهای محلول و در ادامه کاهش غلظت مواد جامد محلول در آب‌میوه گردد. به نظر می‌رسد افزایش فاصله بین بوته‌ها باعث می‌شود که گیاهان، کمتر تحت تأثیر رقابت با یکدیگر قرارگرفته و از شرایط محیطی به‌طور مناسبی برخوردار گردند؛ که این عامل باعث افزایش عرض و طول میوه و درنهایت میانگین وزن تک میوه می‌گردد. چیما و همکاران (۱۴) بیان کردند که در تراکم‌های بالا، افزایش رقابت بین بوته‌ها باعث کاهش مقدار تشعشع رسیده به لایه‌های پایینی شده و به این واسطه تشکیل مواد فتوسنتزی نیز به نسبت کاهش می‌یابد. درواقع در تراکم‌های بالا، فضا و امکانات کمتری نسبت به تراکم‌های پایین در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که باعث افزایش رقابت بین بوته‌ای می‌شود. عدم افزایش عملکرد در فاصله کشت ۷۰ سانتی‌متر به خاطر کاهش تعداد میوه در واحد سطح می‌باشد؛ که افزایش وزن نمی‌تواند کمبود تعداد میوه در واحد سطح را جبران کند، درنتیجه عملکرد در واحد سطح با افزایش فاصله کشت بر روی ردیف کاهش می‌یابد. گورتا و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که عملکرد کل و همچنین عملکرد بازارپسندی هندوانه به‌صورت خطی با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۰/۵ به ۱/۵ متر کاهش یافت. سیسیلیو فیهو و همکاران (۱۳) با مدیریت زراعی (فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر و مصرف کمتر نیتروژن (۷۹/۸ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۱۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد در واحد سطح را به دست آوردند. در مطالعه دیگری با افزایش فاصله بوته روی ردیف به ۷۵ سانتی‌متر، عملکرد نسبت به دو فاصله ۵۰ و ۲۵ سانتی‌متر، به ترتیب ۲۱ و ۲۳ درصد کاهش یافت (۳). آن‌ها دلیل این کاهش را با کاهش تعداد میوه‌ها مرتبط دانستند. محققان دیگر نیز کاهش عملکرد هندوانه در اثر کاهش تراکم را گزارش کرده‌اند (۸، ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۴، ۲۹).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش فاصله کشت در رقم بر اساس میانگین دو سال آزمایش

فاصله کشت	واریته	ضخامت پوست (سانتی‌متر)	مواد جامد محلول (درصد بریکس)	عرض میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	تعداد میوه (سانتی‌متر)
۴۰	پاتانگرا	۱/۲۴ab	۷/۲۸ab	۱۲/۹۳i	۱۵/۰۵g	۱/۲۱a
	فاووریت	۱/۲۶ab	۷/۱۲ab	۱۳/۲۸hi	۱۵/۸۳fg	۰/۸۸ab
	کریمسون PS	۱/۸۵a	۷/۲۰ab	۱۴/۶۹fgh	۱۶/۵۲f	۰/۸۶ab
	کریمسون G	۱/۳۴ab	۸/۳۸ab	۱۳/۶۹ghi	۱۶/۱۳f	۱/۰۳ab
۵۰	پاتانگرا	۱/۳۷ab	۷/۶۸ab	۱۴/۸۴fg	۱۶/۴۶f	۰/۸۱ab
	فاووریت	۱/۰۰b	۷/۹۲ab	۱۵/36ef	۱۷/51e	۰/۷۶ab
	کریمسون PS	۱/۴۲ab	۸/۲۹ab	۱۵/۹۶def	۱۷/91e	۰/۷۸ab
	کریمسون G	۱/۵۱ab	۷/۲۹ab	۱۶/۴۲cde	۱۸/۱۱de	۰/۸۳ab
۶۰	پاتانگرا	۱/۰۱b	۸/۳۵ab	۱۵/۷۸def	۱۸/۲۴de	۰/۶۳ab
	فاووریت	۱/۳۸ab	۷/۲۶ab	۱۶/۱۹cdef	۱۹/۴۳bc	۰/۶۳ab
	کریمسون PS	۱/۴۹ab	۸/۲۳ab	۱۶/۹۰bcd	۱۹/۹cd	۰/۷۰ab
	کریمسون G	۱/۶۸ab	۷/۳۴ab	۱۶/۶۹bcde	۱۸/۹۹cd	۰/۶۲b
۷۰	پاتانگرا	۱/۲۷ab	۹/۶a	۱۷/۶۱abc	۲۰/۳۷bc	۰/۵۹b
	فاووریت	۱/۲۴ab	۸/۹۲ab	۱۸/۰۴ab	۲۰/۹۸a	۰/۶۲b
	کریمسون PS	۱/۶۵ab	۷/۰۷b	۱۸/۷۰a	۲۰/۷۸a	۰/۵۲b
	کریمسون G	۱/۴۸ab	۸/۷۷ab	۱۸/۰۶ab	۲۰/۴۸a	۰/۵۲b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر ندارند.

برهمکنش تراکم در رقم برای صفات روز تا گلدهی، وزن تک میوه و عملکرد کل معنی‌دار نبود ولی بر سایر صفات اثر معنی‌داری داشت. این امر نشان‌دهنده پاسخ متفاوت ارقام به فاصله‌های کشت مختلف ازنظر صفات اشاره‌شده می‌باشد؛ ولی ارقام موردمطالعه در هر تراکم کشت اختلاف معنی‌داری نداشتند، یعنی زمانی که فاصله کشت بر روی ردیف تغییر می‌کرد، ارقام موردمطالعه ازلحاظ تاریخ گلدهی، وزن میوه و عملکرد همان رتبه قبلی را داشتند و تغییری در رتبه‌بندی آن‌ها ایجاد نشد (جدول۴). راموس و همکاران (۳۱) و فلتریم و همکاران (۱۹) نیز با افزایش فاصله کشت هیچ اختلافی ازنظر وزن میوه مشاهده نکردند؛ که علت آن را مرتبط با عدم واکنش ارقام مورداستفاده به فاصله کاشت دانستند. صفت بریکس در ارقام مختلف در تمامی فاصله‌ها یکسان می‌باشد؛ ولی زمانی که فاصله کشت به ۷۰ سانتی‌متر می‌رسد اختلاف ارقام پاتانگرا و کریمسون PS مشخص می‌شود. بنابراین فاصله کشت می‌تواند عامل مهمی در تعیین کیفیت ارقام مختلف باشد. همچنین

مشخص گردید که با افزایش فاصله کشت، طول و عرض میوه افزایش می‌یابد؛ ولی ارقام مختلف افزایش یکسانی ندارند. به‌طوری‌که افزایش عرض رقم کریمسون PS در فاصله کشت ۷۰ سانتی‌متر، نسبت به سایر ارقام بیشتر است. مشخص شد با افزایش فاصله کشت، تعداد میوه در ارقام مختلف در واحد سطح کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که رقم فاووریت در فاصله‌های کشت ۴۰ و ۷۰ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد میوه در واحد سطح را داشت. با توجه به نتایج و وجود اختلاف میان ارقام و فاصله‌های کشت، می‌توان از تنوع موجود به‌طور موفقیت‌آمیزی در بهبود عملکرد هندوانه بهره‌برداری کرد، چراکه انتخاب صحیح رقم و فاصله کشت، از عوامل مهم در مدیریت مزرعه و تولید اقتصادی آن می‌باشند.

جدول ۶- تجزیه رگرسیون بر اساس صفات موردمطالعه در فاصله‌های مختلف کاشت

فاصله کشت (سانتی‌متر)	مرحله	مدل	برآورد پارامتر	برآورد استانداردشده	ضریب تبیین	t
		Intercept	-۲۵/۸۷	۰		-۸/۵۱**
۴۰	۱	NF	۲۹/۴۴	۱/۱۵	۴۱	۱۷/۲۱**
	۲	F Weight	۸/۴۸	۰/۸۹	۹۴	۱۳/۳۲**
		Intercept	-۲۵/۷۷	۰		-۷/۹۹**
۵۰	۱	NF	۲۹/۳۴	۱/۰۴	۶۰	۲۱/۷۹**
	۲	F Weight	۵/۸۶	۰/۵۹	۹۵	۱۰/۲۹**
	۳	WF	۰/۵۰	۰/۱۱	۹۶	۲/۲۰*
		Intercept	-۲۵/۶۶	۰		-۵/۰۴**
۶۰	۱	NF	۲۸/۵۹	۱/۰۷	۵۵	۲۱/۸۵**
	۲	F Weight	۵/۱۳	۰/۶۶	۹۵	۱۲/۵۸**
	۳	WF	۰/۶۶	۰/۱۱	۹۶	۲/۰۹*
		Intercept	-۲۷/۹۴	۰		-۴/۴۰**
۷۰	۱	NF	۳۰/۷۶	۱/۳۷	۶۴	۱۸/۵۷**
	۲	F Weight	۴/۸۳	۰/۷۳	۹۱	۱۱/۳۰**
	۳	TFS	-۳/۸۱	-۰/۲۲	۹۳	-۴/۳۲**
	۴	DF	۰/۰۹	۰/۱۵	۹۵	۲/۵۷*
	۵	FL	۰/۵۹	۰/۱۳	۹۶	۲/۱۹*

*و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

صفات مختلف بر روی یکدیگر اثر دارند، به همین منظور، برای درک بهتر روابط بین صفات مستقل و عملکرد و همچنین تعیین مؤثرترین صفات بر عملکرد هندوانه در فاصله‌های مختلف کشت، تجزیه رگرسیون

گام‌به‌گام انجام شد و متغیرهای مستقل مهم در عملکرد هندوانه در هر فاصله کشت، مشخص شدند. در فاصله کشت ۴۰ سانتی‌متر، صفات تعداد میوه و وزن میوه، مهم‌ترین صفات در عملکرد هندوانه در واحد سطح بودند؛ و سایر صفات تأثیر معنی‌داری در تعیین عملکرد نداشتند (جدول ۶).

مدل دومتغیره حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام درمجموع ۹۴ درصد تغییرات عملکرد در واحد سطح هندوانه را در فاصله کشت ۴۰ سانتی‌متر توجیه کرد (معادله ۱).

$$Y_1=-25.87+29.44X_1+8.48X_2$$ معادله (۱)

در رابطه بالا، Y_1 عملکرد در واحد سطح (در فاصله کشت ۴۰ سانتی‌متر)، X_1 تعداد میوه در واحد سطح و X_2 متوسط وزن تک میوه در واحد سطح هستند. وزن میوه ازجمله صفاتی است که دارای تغییرات وسیعی است و ازاین‌جهت نقش اثرگذاری بر عملکرد دارد. مطالعات پیشین بر رابطه مثبت بین تعداد میوه‌ها و عملکرد در ارقام جدید هندوانه تأکید نموده‌اند. سسیلیو فیهو و همکاران (۵) ارتباط رگرسیونی معنی‌داری بین فاصله کشت و وزن میوه به دست آوردند، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن میوه به ترتیب در فاصله کشت ۱/۷ و ۰/۵ متر به دست آمد. به‌منظور تفسیر بهتر نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه علیت نشان داد که از بین صفات مؤثر بر عملکرد هندوانه، زمانی که فاصله بوته‌ها بر روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر است، صفت تعداد میوه بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد (۱/۱۵) در واحد سطح را داشت (شکل ۱). همچنین در این فاصله کشت، تعداد میوه دارای بیشترین همبستگی با عملکرد در واحد سطح بود (جدول ۷).

جدول ۷- همبستگی صفات موردمطالعه با عملکرد کل در فاصله کشت‌های مختلف

فاصله کشت (سانتی‌متر)	ضخامت پوست میوه	بریکس	عرض میوه	طول میوه	روز تا گلدهی	تعداد میوه در واحد سطح	متوسط وزن تک میوه
۴۰	۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۶۴**	۰/۲۳
۵۰	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۳۵	-۰/۱۵	۰/۷۷**	۰/۲۱
۶۰	۰/۴۸**	-۰/۲۰	-۰/۰۲	-۰/۲۲	-۰/۱۸	۰/۷۴**	۰/۲۵
۷۰	-۰/۱۱	۰/۱۳	-۰/۱۸	-۰/۴۴*	-۰/۲۵	۰/۸۰**	-۰/۱۰

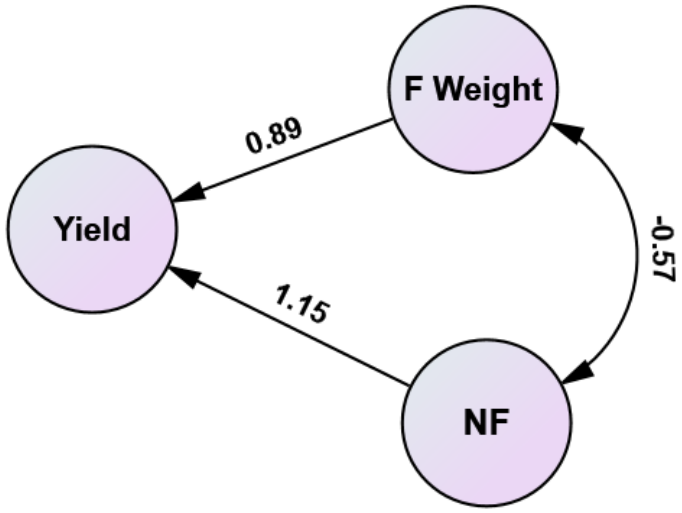
*و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

با توجه به این‌که این صفت، عملکرد را به‌صورت مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد، می‌توان از این صفت به‌عنوان یک معیار گزینشی در برنامه‌های اصلاحی هندوانه استفاده کرد. سسیلیو فیهو و همکاران (۱۳) عنوان کردند که کم کردن فاصله کاشت، وزن میوه در هر گیاه را کاهش می‌دهد، ولی باعث افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود.

در فاصله کشت ۵۰ سانتی‌متر، علاوه بر صفات تعداد میوه و متوسط وزن میوه، صفت عرض میوه نیز وارد مدل شد. با توجه به نتایج، این صفات در تعیین عملکرد در فاصله ۵۰ سانتی‌متر بر روی ردیف مؤثر بودند (جدول ۶). مدل سه متغیره حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام درمجموع، ۹۶ درصد تغییرات عملکرد در واحد سطح را (در فاصله کشت ۵۰ سانتی‌متر) توجیه کرد (معادله ۲).

معادله (۲) $Y_2=-25.77+29.34X_1+5.86X_2+0.50X_3$

در رابطه بالا، Y_2 عملکرد در واحد سطح (در فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر)، X_1 تعداد میوه در واحد سطح، X_2 متوسط وزن تک میوه در واحد سطح و X_3 عرض میوه بودند.



شکل ۱- تجزیه علیت صفات موردمطالعه بر عملکرد (Yield) در فاصله ۴۰ سانتی‌متر بر روی ردیف F Weight: وزن میوه، NF: تعداد میوه

تجزیه علیت در این فاصله نشان داد که بیشترین اثر مستقیم از بین صفات مؤثر مربوط به تعداد میوه می‌باشد (۱/۰۴) و پس‌ازآن وزن میوه (۰/۵۹) و عرض میوه (۰/۱۱) بیشترین تأثیر مستقیم بر عملکرد هندوانه رادارند (شکل ۲). بیشترین همبستگی نیز بین تعداد میوه و عملکرد (۰/۷۷) پیدا شد (جدول ۷). بنابراین این صفت با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد و همچنین بیشترین اثر مستقیم، می‌تواند به‌عنوان مؤثرترین صفت تحت این شرایط نیز تلقی گردد.

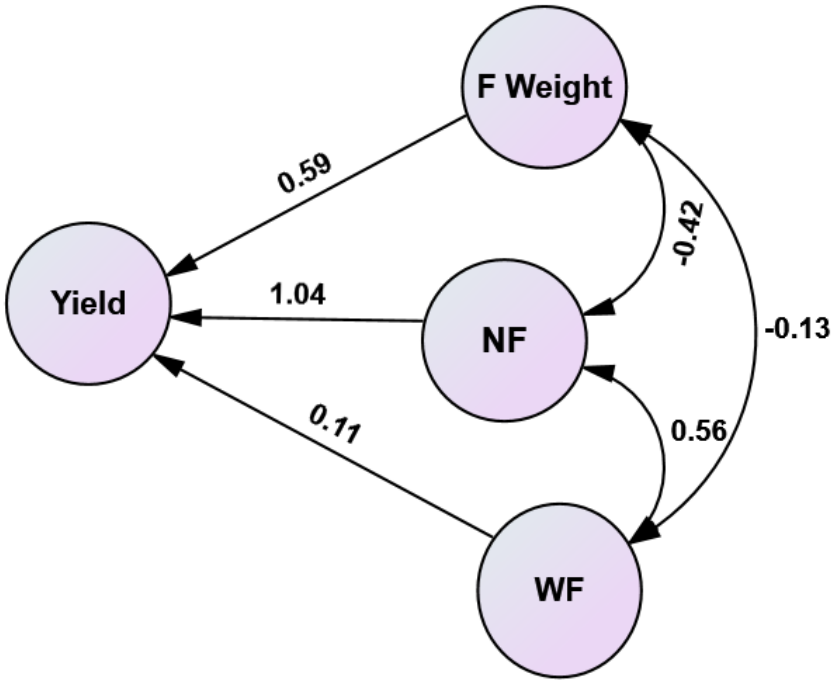
در فاصله کشت ۶۰ سانتی‌متر نیز همانند فاصله ۵۰ سانتی‌متر، صفات تعداد میوه، متوسط وزن میوه و عرض میوه وارد مدل شدند (جدول ۶) و توانستند ۹۶ درصد تغییرات عملکرد در واحد سطح را توجیه کنند (معادله ۳).

معادله (۳) $Y3=-25.66+28.59X1+5.13X2+0.66X3$

در رابطه بالا $Y3$ عملکرد در واحد سطح (در فاصله کاشت ۶۰ سانتی‌متر)، $X1$ تعداد میوه در واحد سطح، $X2$ متوسط وزن تک میوه در واحد سطح و $X3$ عرض میوه هستند.

در این فاصله کشت نیز همانند فاصله ۵۰ سانتی‌متر بر روی ردیف، صفت تعداد میوه در واحد سطح دارای بیشترین اثر مستقیم (۱/۰۷) بر عملکرد هندوانه بود. با توجه به همبستگی منفی تعداد میوه با صفات وزن میوه و عرض میوه، این صفت اثر غیرمستقیم مثبتی بر روی عملکرد ندارد. بنابراین برای حصول عملکرد بالا در شرایط بافاصله کاشت ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر، بایستی مدیریت مزرعه و تغذیه طوری باشد که به صفات تعداد میوه، وزن میوه و عرض میوه توجه ویژه‌ای شود. نتایج نشان داد که زمانی که تراکم بالا باشد (فاصله ۴۰ سانتی‌متر) تنها صفات تعداد و وزن میوه تعیین‌کننده عملکرد می‌باشند، ولی با افزایش فاصله به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر، صفت عرض میوه نیز که خود یکی از اجزای تعیین‌کننده اندازه میوه می‌باشد بروز می‌یابد. ازاین‌رو با

مدیریت زراعی و تغذیه بهینه که باعث تولید میوه‌های با اندازه و وزن بیشتر می‌شود، می‌توان به افزایش عملکرد کمک کرد.



شکل ۲- تجزیه علیت صفات موردمطالعه بر عملکرد (Yield) در فاصله ۵۰ سانتی‌متر بر روی ردیف F Weight: وزن میوه، NF: تعداد میوه و WF: عرض میوه

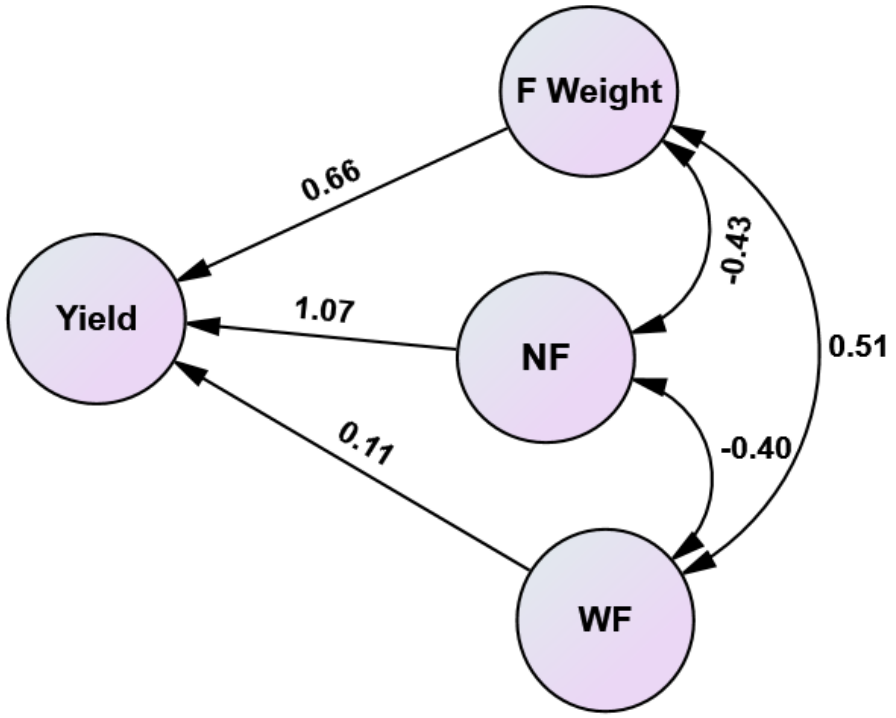
آندراده جونیور و همکاران (۱۱) گزارش کردند که مصرف نیتروژن و پتاسیم در مقادیر (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) از طریق آب آبیاری[۱] صفات تعداد کل میوه و عملکرد کل را در هندوانه‌های کریمسون سویت تحت تأثیر قرارداد. سیسیلیو فیهو و همکاران (۱۳) با مدیریت زراعی (فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر و مصرف کمتر نیتروژن (۷۹/۸ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۱۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار)) بیشترین عملکرد در واحد سطح را به دست آوردند.

مؤثرترین صفات در تعیین عملکرد هندوانه در فاصله ۷۰ سانتی‌متری بوته‌ها بر روی ردیف، صفات ضخامت پوست میوه، طول میوه، روز تا گلدهی، تعداد میوه و متوسط وزن تک میوه بودند (جدول ۶) و درمجموع ۹۶ درصد تغییرات عملکرد در واحد سطح را توجیه کردند. مدل ۵ متغیره در ذیل آمده است (معادله ۵).

$$Y=-27.94+30.76X_1+4.83X_2-3.81X_3+0.09X_4+0.59X_5$$ معادله (۵)

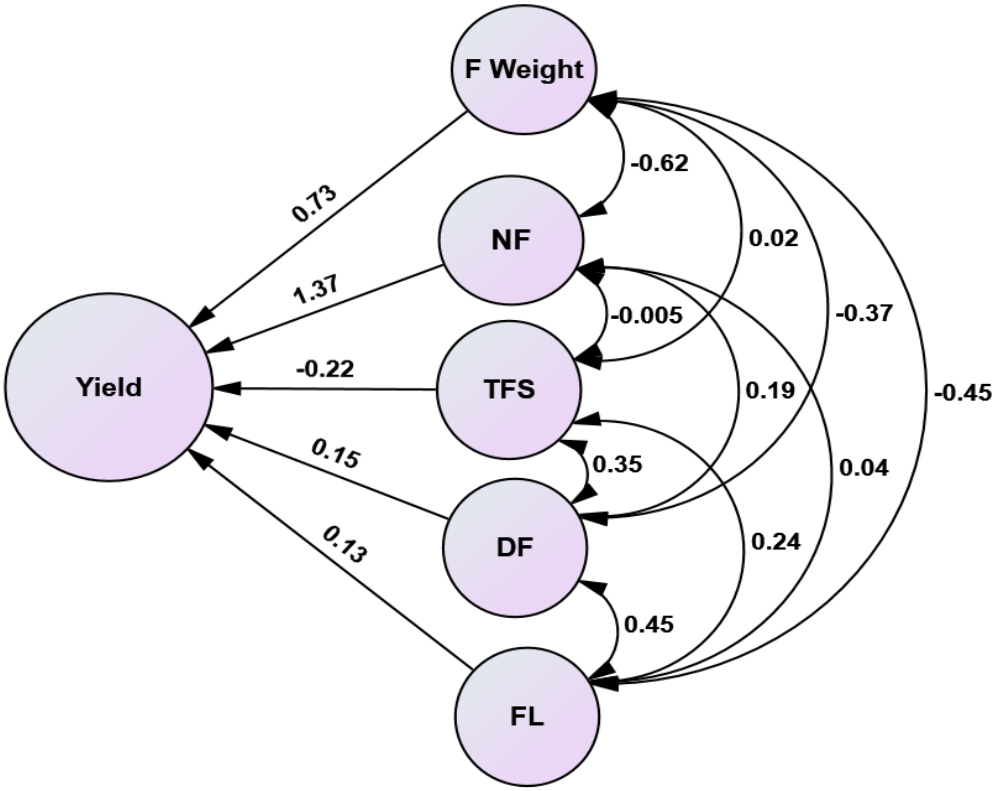
در رابطه بالا Y عملکرد در واحد سطح (در فاصله کاشت ۷۰سانتی‌متر)، X_1 تعداد میوه در واحد سطح، X_2 متوسط وزن تک میوه در واحد سطح، X_3 ضخامت پوست میوه، X_4 روز تا گلدهی و X_5 طول میوه بودند.

[۱] Fertigation



شکل۳- تجزیه علیت صفات موردمطالعه بر عملکرد (Yield) در فاصله ۶۰ سانتی‌متر بر روی ردیف F Weight: وزن میوه، NF: تعداد میوه و WF: عرض میوه

تجزیه علیت مشخص نمود که بیشترین اثر مستقیم در فاصله کاشت ۷۰ سانتی‌متر به صفت تعداد میوه در واحد سطح (۱/۳۷) و وزن میوه (۰/۷۳) اختصاص داشت. ضخامت پوست میوه اثر مستقیم منفی بر عملکرد داشت (شکل ۴) هرچند همبستگی این صفت با عملکرد مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). این موضوع نشان می‌دهد که صرفاً همبستگی ساده مثبت، بیانگر مفید بودن یک صفت برای برنامه‌های اصلاحی و مدیریتی در مزرعه نخواهد بود و حتماً بایستی ارتباط درونی و واقعی آن صفت با عملکرد مشخص گردد. با توجه به نتایج مشخص شد که در فاصله کشت ۷۰ سانتی‌متر، با بهبود صفات تعداد میوه، وزن میوه، روز تا گلدهی و طول میوه و کاهش ضخامت میوه می‌توان عملکرد را در واحد سطح بهبود بخشید. بنابراین در فاصله کشت ۷۰ سانتی‌متر بایستی مدیریت تغذیه‌ای در جهت بهبود صفاتی باشد که اثرات مستقیم مثبت دارند. در این فاصله کشت مشخص شد که با افزایش فاصله کشت صفاتی مانند ضخامت پوست میوه، روز تا گلدهی و طول میوه نیز همانند صفات وزن و تعداد میوه مهم هستند. این صفات به‌طور غیرمستقیم کیفیت و بازارپسندی میوه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ به‌طوری‌که بالاترین TSS در فاصله کشت ۷۰ سانتی‌متر حاصل شد.



شکل ۴- تجزیه علیت صفات موردمطالعه بر عملکرد (Yield) در فاصله ۷۰ سانتی‌متر بر روی ردیف F Weight: وزن میوه، NF: تعداد میوه، TFS: ضخامت پوست میوه، DF: روز تا گلدهی و FL: طول میوه

با توجه به این‌که در تراکم‌های مختلف کشت تعداد میوه در واحد سطح و وزن تک میوه بیشترین تأثیر را بر عملکرد میوه داشتند، این دو صفت به‌عنوان مهم‌ترین صفات در تعیین عملکرد میوه انتخاب شدند. هرچند با افزایش فاصله کشت اثر مستقیم وزن میوه بر عملکرد افزایش می‌یابد ولی این افزایش وزن نمی‌تواند جبران کاهش تعداد میوه را نماید. مشخص گردید با افزایش فاصله کشت به ۷۰ سانتی‌متر صفات کیفی نیز افزایش پیدا می‌کنند که این افزایش کیفیت، رابطه مستقیمی با عملکرد میوه دارد. هرچند بیشترین عملکرد میوه در فاصله کشت ۴۰ سانتی‌متر به دست آمد ولی بیشترین TSS در فاصله ۷۰ سانتی‌متر بود؛ که نشان‌دهنده کیفیت بالای میوه در این فاصله کشت است. همچنین طول و عرض میوه در این فاصله کشت بیشترین مقدار را داشت؛ که نشان‌دهنده شکل و فرم بهتر میوه است و در بازارپسندی میوه تأثیر به سزایی دارد. بنابراین زمانی که کیفیت میوه اهمیت زیادی داشته باشد می‌توان از این فاصله، برای تولید میوه‌های باکیفیت‌تر استفاده نمود.

منابع

۱. **آمارنامه محصولات زراعی وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۹).** مرکز ارتباطات و فناوری اطلاعات. موجود در آدرس http://amar.maj.ir

۲. **جعفری، پ.، جلالی، ا.ه. و تدین‌فر، س. ۱۳۹۴.** مقایسه بهره‌وری آب آبیاری، عملکرد و اجزاء عملکرد هندوانه. (*lanatus Citrullus*) در عمق‌های مختلف فارو و تراکم‌های مختلف کاشت نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۵(۱۸): ۲۹۱-۲۹۸.

۳. **جعفری، پ.، جلالی، ا.ه. ۱۳۹۵.** تأثیر عمق گوده‌های کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم هندوانه در شرایط دیم با آبیاری تکمیلی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶(۲۰): ۱۵۱-۱۶۰.

۴. **ستوده، م. و علوی‌فاضل، م.۱۳۹۹.** اثرات تراکم بوته و مقادیر متفاوت نیتروژن بر تغییرات انتقال مجدد در عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. دوفصلنامه ی علوم به زراعی گیاهی. ۱۳۰:۱۰-۱۱۷.

۵. **سیادت، س. ع. ا.، نجفی‌نیا، ف. و خدارحم‌پور، ز. ۱۳۹۵.** اثر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی سه رقم ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان . دوفصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی. ۶: ۱۰-۱.

۶. **صفاهانی‌لنگرودی، ع. ر. و باقری، م. ۱۳۹۵.** بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بر رشد و عملکرد دانه دو رقم کلزا در شرایط آب و هوایی گرگان. دوفصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی. ۶: ۷۰-۵۹.

۷. **نظامی، ا.، کشکولی، ح. ع. و ایزدخواه، م. ۱۳۹۰.** تأثیر تراکم کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارقام جو بهاره. دوفصلنامه ی علوم به زراعی گیاهی. *۷:۱-۱*.

8. **Adlan, A. and Abu-Sarra, A. F. 2018.** Effects of plant density on yield and quality of watermelon (*Citrullus lanatus* thunb) under Gezira conditions, Sudan. Net Journal of Agricultural Science. 6: 1-5.
9. **Akintoye, H. A., Kintomo, A. A. and Adekunle, A. A. 2009.** Yield and fruit quality of watermelon in response to plant population. International Journal of Vegetable Science. 15: 369-380.
10. **Aklade, S. A. and Choudhary, V. Z. M. 2018**. Evaluation of OFT on different spacing in watermelon. *Journal of Medicinal Plants*, *6*(6):19-20.
11. **Andrade Junior, A. S., de Dias, N., Da, S., Figueiredo Junior, L. G. M., Ribeiro, V. Q. and Sampaio, D. B. 2006.** Production and quality of watermelon fruits application of nitrogen via fertigation. Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering. 10: 836-841.
12. **Bastos, F. G. C., Azevedo, B. M., de Rego, J., de, L., Viana, T. V., de, A. and DÁvila, J. H. T. 2008.** Effect of plants spacing on the watermelon fruit in Apodi Plateau, Ceará. Revista Ciência Agronomica. 39: 240-244.
13. **Cecílio Filho, A. B., Feltrim, A. L., Mendoza Cortez, J. W., Gonsalves, M. V., Pavani, L. C. and Barbosa, J. C. 2015.** Nitrogen and potassium application by fertigation at different watermelon planting densities. Journal of soil science and plant nutrition. 15: 928-937.

14. **Cheema, M. A., Malik, M. A., Hussain, A., Shah, S. H. and Basra, S. M. A. 2001.** Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (Brassica napus L.). Agronomy and crop Science. 186: 103-110.
15. **Da Silva, A. V., Da Silva, C. M., Gonçalves, C. N., de Oliveira, M. C., Filho, C. D. S. P., Andrade, M. J. K. L. and Soares , W. R. L. 2021.** Productive potential of watermelon under different plant spacings in the semi-arid region of Brazil. Australian Journal of Crop Science. 15: 238-243.
16. **Duthie J. A., Schrefler, J. W., Roberts, B. W. and Edelson J. V. 1999.** Plant density-dependent variation in marketable yield, fruit biomass, and marketable fraction in watermelon. Crop Science. 39: 406-412.
17. **Edelstein, M. and Nerson, H. 2002.** Genotype and plant density affect watermelon grown for seed consumption. HortScience. 37: 981-983.
18. **FAO. 2019.** FAOSTAT. Available http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E
19. **Feltrim, A. L., Cecílio Filho, A. B., Gonsalves, M. V., Pavani, L. C., Barbosa, J. C. and Mendoza Cortez, J. W. 2011.** Spacing between plants and doses of nitrogen and potassium in fertigated seedless watermelon. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 46: 985-991.
20. **Gichimu, B. M., Owuor, B. O., and Dida, M. M. 2010.** Yield of three commercial watermelon cultivars in Kenya as compared to a local landrace. African Journal of Horticulture Science. 3: 24-33.
21. **Goreta, S., Perica, S., Duminic, G., Bucan, L. and Zanic, K. 2005.** Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates, HortScience 40: 366-369.
22. **Gusmini, G. and Wehner, T. C. 2005.** Foundations of yield improvement in watermelon. Crop Science. 45: 141-146.
23. **James, M., and Grall, A. 1990.** Charlee watermelon. HortScience. 25: 812-813.
24. **Kargatiya, F .P., Malam, V. R., Prajapati, V. S. and Sharma, P. S. 2018.** Effect of different planting geometry on yield and quality of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.). Asian Journal of Horticulture, 13(1):14-17.
25. **Long, R. L., Walsh, K. B., Rogers, G. and Midmore, D. M. 2004.** Source-sink manipulation to increase melon fruit biomass and soluble sugar content. Australian Journal of Agriculture Research. 55: 1241-1251.
26. **McFarlane, A. 2007.** Watermelons, Vegetable growing by Annette McFarlane. Online Publication: http://www. annettemcfarlane. com/stories/watermelon. pdf. Date Accessed: 3rd July.
27. **Miranda, F. R. Montenegro A. A. T. and Oliveira, J. J. G. 2005.** Yield of drip irrigated watermelon on different planting space, Revista Ciência Agronomica. 36: 158-162.
28. **Nerson, H. Burger, V. and Berdugo, R. 1994.** High plant density and irrigation increase watermelon yield grown for seed consumption. Advances in Horticultural Science. 8: 101- 105.
29. **NeSmith, D. S. 1993.** Planting space influences watermelon yield and yield components. HortScience. 28: 885-887.

30. **Perkins-Veazie, P., Collins J. K., Pair, S. D. and Roberts, W. 2001.** Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81: 983-987.
31. **Ramos, A. R. P., Dias, R. D. C. S. and Aragão, C. A. 2009.** Densidades de plantio na produtividade e qualidade de frutos de melancia. Horticultura Brasileira. 27: 560-564.
32. **Resende, G. M. and Costa, N. D. 2003.** Yield characteristics of watermelon in different planting spaces. Horticultura Brasileira. 21: 695-698.
33. **Walters, S. A. 2009.** Influence of plant density and cultivar on mini triploid watermelon yield and fruit quality. HortTechnology. 19: 553-557.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 11, Issue 1, Spring and Summer 2021

Evaluation of the effect of plant distance on yield of four watermelon cultivars (Citrullus vulgaris) in Jiroft environmental conditions

Ebrahim Mamnoie[1], Seid Mohammad Alavi-Siney[2], Morteza Eshraghi-Nejad[2*]

[1]Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.
[2]Faculty members of Horticulture Crops Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

Corresponding Author; Email: : m.eshraghi@areeo.ac.ir

(Received: 7 September2021; Accepted: 9 September 2021)

Abstract

In order to determine the most appropriate planting distance and cultivar and also to find the most effective traits in watermelon yield at different planting densities, this study was conducted as split plots in three replications for two cropping years 2016-2017 in Jiroft. Plant spacing (40, 50, 60 and 70 cm) and four watermelon cultivars (Patangra, Favorite, CrimsonPS and CrimsonG-53 were divided into main and sub-plots, respectively. There was a significant effect on the studied traits except the thickness of the fruit skin, so that the number of fruits and yield decreased significantly with increasing plant distance on the planting line; The highest values of these traits were 0.99 and 23.82 tons. hectare^{-1} at a distance of 40 cm, respectively. But the quality and appearance of the fruit at a distance of 70 cm had its highest value. Increasing the culture distance from 40 to 70 cm increased the amount of soluble solids by 12%. The studied cultivars were significantly different in all traits except Brix. CrimsonPS and CrimsonG cultivars had the highest yields during the two years of testing at 22.50 and 20.76 tons per hectare, respectively. CrimsonPS cultivar was relatively superior to other cultivars in terms of most of the studied traits, and this ultimately led to the highest yield per unit area. Path analysis showed that in different cultivation densities, fruit number and single fruit weight had the greatest effect on fruit yield; These two traits were selected as the most important traits in determining fruit yield.

Keywords: Brix, Fruit weight, Number of fruit, Path analysis, Planting space