اثر الگوهای مختلف کاشت بر تغییرات عملکرد و صفات کمی و کیفی نیشکر در جنوب خوزستان

عبدالعظیم حمید[۱]، شهرام لک[۲*] و مانی مجدم[۳]

۱- کارشناس ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استاد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: sh.lack@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰٥/۲۱- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰٦/۳۱)

چکیده

شیوه کشت نیشکر عموماً متأثر از شرایط مکانیزاسیون بوده و همواره با مشکل فواصل زیاد بین ردیف‌های کشت مواجه بوده است. از طرف دیگر کشت غیرجنسی آن از طریق کشت قلمه‌ها و تأثیرگذاری خصوصیات قلمه امکان کنترل دقیق تراکم کاشت را فراهم نمی‌آورد. لذا؛ لزوم بازنگری در الگوی کاشت نیشکر و البته با در نظر داشتن محدودیت‌های مکانیزاسیون امری ضروری است. با هدف بررسی اثر الگوی کاشت بر تغییرات عملکرد و صفات کمی و کیفی نیشکر رقم CP57-614 در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر در جنوب خوزستان تحقیقی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمار مورد بررسی الگوی کاشت در شش سطح (شامل فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه (شاهد)، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه، فاصله کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر یک ردیفه، فاصله کاشت ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه کف جوی) بود که به طور تصادفی در کرت‌ها قرار داده شد. تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه بیشترین عملکرد را به میزان‌های ۱۰٤/۲۱ و ۸٦/٥۳۳ تن در هکتار تولید نمودند و در مجموع از لحاظ صفات مورد بررسی برتر از سایر تیمارها بودند. تیمارهای کشت سه ردیفه چه به لحاظ مصرف قلمه و چه به لحاظ عملکرد تولیدی، در مقایسه با سایر تیمارها، مطلوب نبودند. بر اساس نتایج حاصله هیچ یک از روش‌های کشت مورد بررسی به لحاظ خصوصیات کیفی، نسبت به یکدیگر برتری نداشتند.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاشت، مکانیزاسیون، عملکرد، نیشکر

مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت ایران، محدود بودن منابع آب و خاک و نیز قرارگرفتن کشور ما در منطقه خشک و نیمه‌خشک، به‌منظور ایجاد یک سیستم کشاورزی پایدار نیازمند استفاده بهینه از منابع در دسترس هستیم.

استان خوزستان با دارابودن ۳۰٪ از منابع آب و ۵٪ از اراضی حاصلخیز کشور، منطقه مستعدی برای کشاورزی است. با وجود این که قسمت اعظم منابع آب کشور در خوزستان می‌باشد، ولی این منابع برای زیر کشت بردن تمام اراضی کشاورزی کافی نمی‌باشد. در حالی که با افزایش راندمان آبیاری می‌توان زمین‌های بیشتری را به زیر کشت برد (Anonymous, 2017).

شکر به‌عنوان یکی از منابع غذائی انسان نقش مهمی را در سبد غذائی مردم جهان دارد. به‌طوری که ۵/۲ درصد از کل تولیدات غذائی جهان به نیشکر و چغندرقند اختصاص دارد. شکر با ایجاد حرارت و کالری در بدن قسمت اعظم نیاز بدن به انرژی را برطرف می‌کند. قیمت بسیار ارزان شکر در مقایسه با مقدار کالری تولیدی این محصول را به‌صورت منبع اساسی در تأمین انرژی بدن مبدل کرده است (Khodabandeh, 1990).

نیشکر از مهم‌ترین گیاهان زراعی می‌باشد که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود و یکی از منابع مهم تولید شکر و انرژی محسوب می‌گردد. نیشکر به‌عنوان یکی از عمده‌ترین محصولات کشاورزی در تجارت جهانی دارای اهمیت ویژه‌ای است. این محصول در ٦٩ کشور تا مدار ۳۲ درجه عرض شمالی کشت می‌گردد. در بین کشورهای تولیدکننده نیشکر، برزیل با حدود ۱۰ میلیون هکتار سطح زیر کشت و متوسط عملکرد ۷٤۲۹۷ کیلوگرم در هکتار نی مقام اول را داراست (Chendra *et al*., 2022). کشت متداول نیشکر در ایران بیشتر در استان خوزستان با سطح زیر کشت تقریبی ۱۲۰ هزار هکتار و با میانگین عملکرد ۷۵ تن در هکتار است (Fao, 2017).

با توجه به نیاز کشور به شکر و به‌منظور کاهش و یا قطع واردات شکر، علاوه بر تلاش بیشتر در جهت رفع مشکلات مراکز نیشکر کاری موجود (کشت و صنعت هفت‌تپه، کشت و صنعت کارون شوشتر و کشت و صنعت میان آب)، سرمایه‌گذاری عظیمی در جنوب خوزستان جهت توسعه سطح زیر کشت این گیاه پرارزش صورت پذیرفته و با تأسیس شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، ٨٤ هزار هکتار از اراضی این استان پس از اصلاح و نمک‌زدایی به کشت نیشکر اختصاص‌یافته است (Khodabandeh, 1990).

فراهم نمودن شرایط مناسب از جمله تأمین نیازهای آبی و غذایی نیشکر و نیز شناخت عوامل محدودکنندهٔ رشد و رفع آن‌ها در راستای اهداف مذکور بوده و امکان برداشت حداکثر محصول در واحد سطح را امکان‌پذیر می‌نماید.

چنین گزارش شده است که اگر غلظت نیتروژن در برگ از حد معینی پائین‌تر باشد، عملکرد محصولات زراعی محدود می‌گردد، این حد معین، حد بحرانی یا غلظت بحرانی نامیده می‌شود. اسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن در برگ با میزان نیتروژن در این اندام و شدت نور همبستگی داشته که این

همبستگی از نوع هیپربولیک است (Muchow & Sinclair, 1994).

نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده است که بازده جذب تشعشع با بالارفتن نیتروژن برگ افزایش می‌یابد (Wong *et al*, 1985؛ Muchow & Sinclair, 1994). (Muchow, 1992) گزارش داد که درجه حرارت و میزان نیتروژن برگ دو عامل مؤثر بر راندمان استفاده از نور توسط برگ‌ها هستند و میزان نیتروژن در برگ ذرت و سورگوم جهت بهبود راندمان استفاده از نور ۱/٦-۰/۵ گرم در برگ است. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده رابطه کود نیتروژن مصرفی و جذب این عنصر خطی بوده ولی ارتباط بین بیوماس تجمع یافته و کود نیتروژن مورداستفاده از منحنی سهمی شکل تبعیت می‌نماید (Thomas & Rozeff, 1990).

یکی از روش‌های تعیین غلظت بحرانی عناصر غذایی نظیر نیتروژن در گیاه روش تجزیه برگ است، تفسیر نتایج تجزیه برگ بر این فرض کلی استوار است که اگر غلظت عنصری در بافت گیاهی پائین‌تر از حد بحرانی باشد جذب آن عنصر از خاک کافی نبوده است، زمان نمونه‌برداری و نوع بافت جدا شده در تفسیر نتایج حاصل از تجزیه گیاه حائز اهمیت است (Fotuhi, 2000; Malakuti & Homayi, 2012).

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تولید محصول بیشینه، بهینه سازی فواصل ردیف و الگوی کاشت می‌باشد(Ellsworth & White Jr, 2022). الگوی کاشت بر عوامل متعددی از جمله بهره‌وری از منابع محیطی، ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه و تراکم در واحد سطح موثر است (Bashir & Saeed, 2000). لذا؛ به‌کارگیری یک الگوی کاشت مناسب می‌تواند ضمن افزایش تولید و افزایش بهره‌وری از نهاده‌ها، از طریق میزان به‌کارگیری ادوات و حجم عملیات مکانیکی نیز بر فرآیند تولید اثرگذار باشد. در این رابطه در سایر گیاهان زراعی تلاش‌ها و بررسی‌های متعددی به عمل آمده است اما در رابطه با نیشکر و به دلایل مختلف بررسی‌های کمتری صورت پذیرفته است. ازجمله این دلایل می‌توان به شیوه کشت نیشکر و از آن مهم‌تر روش برداشت مکانیزه این گیاه اشاره نمود که باعث شده است عمده دلیل طراحی الگوهای کشت موجود وابسته به ماشین‌آلات برداشت نیشکر باشد.

کشت نیشکر در خوزستان در کف فارو به‌صورت تک ردیفه و با فواصل ۱۵۰ سانتی‌متر و یا بر روی پشته به‌صورت دو ردیفه و با فواصل ۱۸۳ سانتی‌متر انجام می‌شود. در کشت تک ردیفه کف فارو، حرکت ماشین‌آلات و ادوات مختلف کشاورزی درون مزرعه گرچه می‌بایست بر روی پشته انجام شود اما به دلیل سختی کنترل حرکت و عملکرد ماشین‌آلات عملاً تحرک درون فارو و بر روی ردیف‌های نیشکر صورت می‌گیرد. این موضوع ضمن تخریب محل استقرار بوته نیشکر و فشرده شدن خاک اطراف آن شکل جوی و پشته را نیز از حالت طبیعی خارج می‌کند. در کشت‌های دو ردیفه بر روی پشته نیز عمدتاً به دلیل عدم شکل‌دهی واقعی جوی و پشته به‌ویژه در زمان راتونینگ که باعث خاک‌دهی ضعیف بر روی بوته‌ها می‌شود، استقرار گیاه به‌خوبی انجام نمی‌گیرد. عدم وجود ادوات مناسب در سیستم

مکانیزاسیون موجود می‌تواند عاملی در ایجاد این مشکلات باشد. بازنگری در سیستم‌های در حال اجرا به‌منظور بررسی امکان کاهش اثرات منفی و افزایش بهره‌وری در تولید مناسب محصول ضروری می‌باشد. لذا با توجه به تأثیر الگوی کشت در افزایش محصول نی و نیز ایجاد سیستم کشاورزی پایدار از طریق فراهم نمودن شرایط بهینه رشد و افزایش بهره‌وری گیاه از منابع محیطی، تحقیق حاضر طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل و تاریخ اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر، واقع در کیلومتر ۵۰ جاده قدیم اهواز - خرمشهر اجرا شد. این منطقه در حاشیه رود کارون با عرض جغرافیایی ۳۱/۰٦ درجه و طول جغرافیایی ٤٨/١٨ درجه و با ارتفاع ۷ متر از سطح دریا قرار دارد.

جهت تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قطعه آزمایشی، قبل از کاشت از ۵ قسمت از خاک مزرعه و از دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ٦۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری به عمل آمد و پس از مخلوط نمودن نمونه‌ها، نمونه مرکب جهت تجزیه به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال گردید. نتایج به دست آمده از تجزیه خاک در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی قبل از کاشت

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی‌متر)	اسیدیته	عناصر قابل جذب (قسمت در میلیون)			اجزاء بافت خاک (درصد)			بافت خاک	مواد آلی (درصد)
			نیتروژن	فسفر	پتاسیم	رس	لای	شن		
۰ – ۳۰	٦/۱	۸	٦۹۰	۱۳/۹	۲۳۰	۳۸	٤٤/٥	۱۷/٥	سیلتی کلی لوم	۰/۱
۳۰ – ٦۰	٥/۷	۷/۸	۲٥٦	۸/۳	۱۲٥	٤٥	٤۱/۳	۱۳/۷	سیلتی کلی	۰/۰۹

کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر تقریباً در جنوب غرب استان خوزستان واقع شده که از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد. با توجه به آمار هواشناسی ۱۰ساله متوسط بارندگی سالیانه ١٤١/٦٤ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالیانه ۳۱/۸۲ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداکثر درجه حرارت سالیانه ۳۲/۹۲ و متوسط حداقل درجه حرارت سالیانه ۱۸/٤ درجه سانتی‌گراد است. میزان

کل بارندگی در سال ۱۳۹۲ برابر با ۲۰۶/٤ و در ۳ ماهه اول سال ۱۳۹۳ برابر با ۲۱/۸ میلیمتر بوده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش تیمار الگوی کشت با ٦ سطح (فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه (شاهد، a_1)، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_2)، فاصله کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_3)، فاصله کاشت ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_4)، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته (a_5)، فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه کف جوی (a_6) مورد بررسی قرار گرفت، بدین ترتیب طرح متشکل از ۱۸ واحد آزمایشی بود.

هر کرت با توجه به فواصل ردیف‌ها از تعداد مختلف خط کاشت (هر کدام به طول ۱۰ متر) با عرض ۱۱ متر و با فاصله خطوط متفاوت از یکدیگر متناسب با نوع تیمار تشکیل شده بود. بر این اساس مساحت هر کرت ۱۱۰ متر مربع (بدون در نظر گرفتن حاشیه) بود. فاصله هر دو کرت مجاور از یکدیگر ۱/۸ متر بود. در هر کرت خط اول و آخر به‌عنوان خطوط حاشیه در نظر گرفته شد و از خطوط حد واسط آن‌ها جهت نمونه‌برداری استفاده گردید. در این آزمایش از رقم تجاری CP57-614 که رقمی زودرس و شناخته شده در ایران است، استفاده شد.

مزرعه آزمایشی در فصول بهار و زمستان آیش گذاشته شد و در اوایل تابستان به‌منظور انجام عملیات آماده‌سازی زمین و قبل از کشت، ابتدا آبیاری و پس از گاو رو شدن، زیرشکن، شخم عمیق و سپس دو دیسک عمود بر هم زده شد و به دنبال آن عملیات تسطیح اولیه توسط ماله و سپس شیب بندی و تسطیح نهایی لیزری انجام شد. سپس با توجه به نقشه طرح، قطعه مورد نظر بر اساس تیمارها فاروکشی گردید. جهت تهیه قلمه مناسب، از مزارع مادری رقم CP57-614 استفاده شد. کود مورد نیاز از دو منبع اوره و فسفات آمونیم تامین شد. کود اوره بر مبنای ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار بر اساس ارتفاع ساقه در سه قسط معادل۱۵۰،۱۵۰،۵۰ کیلوگرم به‌صورت سرک در اواسط فروردین‌ماه و با فاصله دو راند آبیاری برای قسط دوم و فاصله زمانی یک ماه برای قسط سوم همراه با آب آبیاری مصرف شد. کود فسفره بر مبنای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود فسفات‌آمونیم بعد از فاروزنی و به‌صورت پایه و با استفاده از کودپاش نواری در جویچه‌های کاشت (محل استقرار قلمه) مصرف شد. پس از کودپاشی (فسفر) قلمه‌ها به‌وسیله دست و به طور منظم و با هم‌پوشانی مناسب در هر یک از خطوط کاشت قرار داده شدند و بعد از آن خاک اطراف جوی‌ها با دستگاه دیسک کاور بر روی قلمه‌ها ریخته شد. اولین، دومین و سومین آبیاری به ترتیب، بلافاصله، نه و ده روز به‌صورت غرقابی انجام شد و در دفعات بعد بر حسب ضرورت و نیاز گیاه ادامه یافت.

صفات مورد بررسی

پس از چینش قلمه‌ها در جوی و قبل از دیسک کاور، قلمه‌های یک ردیف از هر کرت جمع‌آوری و توزین گردید.

با توجه به متفاوت بودن تعداد ردیف‌های کشت، مسائل اقتصادی مختلف از جمله مدت زمان عملیات دیسک‌کاور و مسافت طی شده که شاخصی از مصرف سوخت و استهلاک ادوات است، برای هر تیمار محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری درصد نیتروژن پهنک برگ، هر روز در اوایل صبح یک ساقه از محل نمونه‌برداری هر کرت برداشت و ۵ برگ انتهایی ساقه (از قسمت سر نی تا برگ شماره ششم) جدا و جهت جلوگیری از تعرق در کیسه‌ها پلاستیکی قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و در آون ٦٥ درجه به مدت ٤٨ ساعت خشک شدند و درصد نیتروژن آن‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد.

جهت اندازه‌گیری رطوبت غلاف، وزن تر غلاف(FW) برگ‌های سوم تا ششم تعیین و سپس نمونه‌های توزین شده به مدت ٢٤ ساعت در آون تهویه‌دار با دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها وزن(DW) و از رابطه زیر درصد رطوبت غلاف برگ(SWC) محاسبه شد(Alizadeh, 1995):

$$SWC\ (\%) = \{(FW-DW)/FW\} \times 100$$

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان رطوبت و نیتروژن بافت‌های گیاهی با منحنی‌های استاندارد انطباق داده شد. منحنی‌های استاندارد با استفاده از داده‌های مزارع با عملکرد نی بیش از ۱۰۰ تن در هکتار و به‌کارگیری نرم‌افزارهای رایانه‌ای و از طریق تعیین بهترین مدل جهت توصیف نحوه تغییرات میزان رطوبت غلاف و نیتروژن برگ و به تفکیک رقم زراعی برازش شد.

جدول ۲: معادلات رگرسیونی درصد رطوبت غلاف و نیتروژن پهنک برگ برای واحدهای نیشکر جنوب خوزستان

پارامتر	رقم CP57-614	واحدهای نیشکر جنوب خوزستان		
		$a+b\times t+c\times t^2$		
		C	b	a
رطوبت غلاف		۸۱/۵۱۸	۰/۱۱۱	-۰/۰۱۵
نیتروژن پهنک		۱/۹۸۳	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۱

در معادلات فوق زمان (t) بر حسب هفته پس از شروع اندازه‌گیری در محدوده ٢٤-١ در نظر گرفته شده است. مآخذ: (Board of writers, 2013)

با توجه به شرایط آب و هوایی، در زمان مناسب اقدام به قطع آب مزرعه گردید و پس از رسیدن خلوص نیشکر به حد مطلوب جهت برآورد عملکرد و اجزای عملکرد اقدام به نمونه‌برداری دستی شد و پس از برداشت مکانیزه، میزان ضایعات برداشت محاسبه شد.

جهت برآورد عملکرد ساقه در هکتار، سطحی معادل ۵ مترمربع به طریق دستی و با استفاده از قمه نی بری، کف بری و توزین گردید.

تراکم ساقه، با شمارش تعداد ساقه در سطح ۵ مترمربع که به‌منظور برآورد عملکرد ساقه کف بری شده بود، محاسبه شد.

برآورد وزن تک ساقه از طریق تقسیم وزن ساقه‌های کف بری شده از سطح نمونه‌برداری بر تراکم ساقه در همان سطح انجام شد.

به‌منظور برآورد ضایعات در برداشت مکانیزه، پس از اتمام نمونه‌برداری‌های فوق‌الذکر، به طریق مکانیزه و با استفاده از هاروستر نیشکر عملیات برداشت انجام شد. سپس به طریق دستی و با استفاده از قمه نی بری نی‌های برداشت نشده به‌عنوان ضایعات برداشت کف بری و توزین گردید.

جدول ۳: درصد نیتروژن استاندارد پهنک برگ و درصد رطوبت استاندارد غلاف برگ در رقم CP57-614

درصد رطوبت	درصد نیتروژن	هفته	درصد رطوبت	درصد نیتروژن	هفته
۸۱/٦۲۹	۱/۹۵۱	۱۳	۸۲/۱۰٤	۲/۱۱۸	۱
۸۱/۲۳٦	۱/۹۱۵	۱٤	۸۲/۳٦۳	۲/۱۲۳	۲
۸۰/۷۸۹	۱/۸۷۵	۱۵	۸۲/۵٦۸	۲/۱۲۵	۳
۸۰/۲۸۷	۱/۸۳۱	۱٦	۸۲/۷۱۹	۲/۱۲۳	٤
۷۹/۷۳۱	۱/۷۸٤	۱۷	۸۲/۸۱۵	۲/۱۱۸	۵
۷۹/۱۲۱	۱/۷۳٤	۱۸	۸۲/۸۵۷	۲/۱۱۰	٦
۷۸/٤۵٦	۱/٦۸۰	۱۹	۸۲/۸٤۵	۲/۰۹۷	۷
۷۷/۷۳۸	۱/٦۲۲	۲۰	۸۲/۷۷۸	۲/۰۸۲	۸
۷٦/۹٦٤	۱/۵٦۲	۲۱	۸۲/٦۵۷	۲/۰٦۳	۹
۷٦/۱۳۷	۱/٤۹۷	۲۲	۸۲/٤۸۱	۲/۰٤۰	۱۰
۷۵/۲۵۵	۱/٤۲۹	۲۳	۸۲/۲۵۱	۲/۰۱٤	۱۱
۷٤/۳۱۹	۱/۳۵۸	۲٤	۸۱/۹٦۷	۱/۹۸٤	۱۲

مآخذ: (Board of writers, 2013)

تجزیه کیفی شربت

از نمونه‌های برداشت شده جهت برآورد عملکرد، تعداد ۱۰ ساقه از هر کرت به‌صورت تصادفی جدا و شربت آن پس از آسیاب شدن، جهت محاسبه شاخص‌های کیفی (پل، بریکس و درصد خلوص) به آزمایشگاه تحویل گردید. تجزیه واریانس داده‌ها، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با نرم افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

مقدار قلمه مصرفی

اختلاف تیمارها از نظر میزان قلمه مصرفی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول٤). کمترین قلمه مصرفی در واحد سطح از تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر تک ردیفه حاصل شد (جدول۵). علت کاهش قلمه مصرفی در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه به دلیل حداکثر فاصله در نظر گرفته شده بین ردیف‌ها و وجود تنها یک خط کشت در این فاصله است (فاصله ۱۸۰ سانتی‌متر بر اساس طراحی ادوات در برداشت مکانیزه در نظر گرفته شده است). طبق گزارش (Khadave *et al*., 2005) چنانچه سیستم کشت برای برداشت مکانیزه طراحی شده باشد، با الگوی کاشت دو ردیفه می‌توان تا ۲۰٪ نسبت به سایر روش‌ها در مصرف قلمه و هزینه‌ها صرفه‌جویی نمود. تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر که شیوه کشت رایج در کشت و صنعت‌های کارون و هفت‌تپه می‌باشد با وجود تشابه با تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه از نظر یک ردیفه بودن با توجه به فاصله کمتر ردیف‌های کشت و تعداد بیشتر ردیف کشت در هر هکتار از میزان مصرف قلمه بیشتری برخوردار بوده است. اختلاف تیمار شاهد با تیمار ۹۰ سانتی‌متر نیز معنی‌دار نبود که علت آن دوبرابر بودن

فاصله ردیف کشت و در عین حال نصف بودن تعداد ردیف‌ها است که جبران‌کننده اثر یکدیگر هستند. در تیمارهای کشت سه ردیفه نیز اضافه‌شدن یک خط کشت اضافه در هر ردیف باعث افزایش میزان قلمه مصرفی و معنی‌دار شدن اختلاف آن‌ها با شاهد گردید.

ضایعات برداشت

محصول اقتصادی قابل برداشت نیشکر، ساقه می‌باشد. لذا؛ در عملیات برداشت سعی می‌گردد تمام ساقه و به عبارتی حداکثر محصول برداشت گردد و بخشی از ساقه که برداشت نشده باشد و بر روی زمین باقی بماند جزء ضایعات تلقی خواهد شد که گاهی اوقات از میزان چشمگیری نیز برخوردار است. دروگرهای نیشکر زمانی می‌توانند راندمان مناسبی را ارائه دهند که الگوی کاشت متناسب با طراحی آن‌ها بوده و بوته‌های نیشکر از رشد مناسبی برخوردار باشند. لذا؛ هر الگوی کاشتی که منجر به رشد بهتر ساقه‌ها شده و با تکنولوژی دروگر نیشکر سازگارتر باشد، ضایعات کمتری را نیز تولید می‌نماید. بین تیمارهای مختلف از لحاظ میزان ضایعات برداشت اختلاف معنی‌دار بود (جدول٤). بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول۵) بیشترین میزان ضایعات مربوط به تیمارهای ۹۰ سانتی‌متری و سپس ۱۵۰ سانتی‌متر به میزان ۱۳/۳ و ۱٤/۳ تن در هکتار بود و کمترین ضایعات به تیمارهای ۱۸۰ سانتی‌متر یک و دو ردیفه تعلق داشت.

جدول ٤: خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	قلمه مصرفی	ضایعات برداشت	زمان	مسافت	ارتفاع	تراکم ساقه	وزن تک ساقه	عملکرد	پل	بریکس	درصد خلوص
تکرار	۲	۰/۱٦۱	۰/۰۹۱	٤۲۹۸/۸۲	۱۲/۰٥٦	٦۸/۸۷۷	۰/۲۲۲	۰/۰۰٥	۷۳/٦۷	۰/۷۹۳	۱/۰٤۲	۳/٥٤۲
تیمار	٥	۲۷/٥٦۲**	٦۲/۰٦۹**	۳٤٤۰٥۸۳/٦۲**	۱٤۷۸۳۹۲۰/۳٥٦**	۸٤۰/۷۸۷**	۷/۰۹۳*	۰/۰۳۲**	۱۲۰۱/۰۷**	۱/۲٥۲ns	۲/۲٦۳ns	٥/٦۰٤ ns
خطا	۱۰	۰/۱۲	۰/۱۲	٤٤۷۱۳/۸۲	۱۱/۳۸۹	۳۹/۸۳۱	۱/٤۳٥	۰/۰۰۳	٥۲/۰۸٦	۷/۷۷	۷/۲۰۸	۲۲/٤۲۳
ضریب تغییرات (٪)		٤/۰٥۸	٦/۳۹	۷/۳۹	۰/٥	۳/۱٤	۸/۹۸	۱۰/۲۱	٦/۹۲	۱٥/۲٤	۱۳/۲۲	٥/۲٦

ns و * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی

تیمار	قلمه مصرفی (تن در هکتار)	ضایعات برداشت (تن در هکتار)	زمان (ثانیه)	مسافت طی شده (متر)	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	تعداد ساقه در واحد سطح	وزن تک ساقه (کیلوگرم)	عملکرد (تن در هکتار)	پل	بریکس	درصد خلوص
a_1	۹/۰۳۷*	۱٤/۳	٤۹٦۸/٤	۱۱۰۹۹/۳	۲۲۰	۱۵/۳٦۷	۰/٦۸	۱۰٤/۲۱	۱۸/٤۹۳	۲۰/۱۸	۹۱/٤۸۷
a_2	۵/٤۷۷	۱۳/۳۳۳	۲۹۷۷/۸۷	٦٦٤۹/٦۷	۲۱٤/۳۳۳	۱۱/۵۳۳	۰/۵۹۷	٦۸/۷۳۳	۱۷/۸٤۳	۱۹/۳٦	۹۱/۷۹۷
a_3	٤/٦	۳/۵	۲۲٦۸/٤	۵۵٤۷/٦۷	۱۹٤/٦٦۷	۱۲/٤۳۳	۰/۵۱	٦۳/۲۷۷	۱۸/۸۱۷	۲۱/۱٦	۸۸/۹٦
a_4	۸/۵۷	٤/٤	۲٤۸۷/٤	۵۵۵۰/٦۷	۲۱۰/۱	۱٤/۹۳۳	۰/۵۸	۸٦/۵۳۳	۱۹/۱٦۳	۲۱/٤۹	۸۹/۳۱۷
a_5	۱۱/۷۲۷	۷/۱	۲۲۲٤/۰۷	۵۵٤۹/۳۳	۱۸۷	۱۳/٤۳۳	۰/٤۳۳	۵۷/۵۷۳	۱۷/٤۹	۱۹/٤۷	۸۹/۹۵۷
a_6	۱۱/۸	٦/۷۳۳	۲۲٤۲/۰۷	۵۵۵۰/٦۷	۱۷۷/٦٦۷	۱۲/۳	۰/٤۱۳	۵۰/۵۹	۱۷/۸۸۳	۲۰/۱٦	۸۸/٤٦۷
LSD 5%	۰/۲	۰/۳۰٤	۱۲۲/۰۸٤	۱/۹٤۸	۳/٦٤٤	۰/٦۹۲	۰/۰۳۲	٤/۱٦۷	۱/٦۰۹	۱/۵۵	۲/۷۳٤

*** میانگین تیمارهایی که اختلافشان از LSD بزرگ‌تر است در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند.**

فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه (شاهد، a_1)

فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_2)

فاصله کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_3)

فاصله کاشت ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه (a_4)

فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته (a_5)

فاصله کاشت ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه کف جوی (a_6)

علت اصلی افزایش ضایعات برداشت عدم تطابق ردیف‌های کاشت با سیستم دروگر و در یک راستا نبودن ردیف‌ها با تیغه‌های برش بود. در تیمار ۹۰ سانتی‌متر در هر بار حرکت دروگر، نسبت به برداشت دو ردیف اقدام گردید که نتیجه آن عدم کف بری مناسب برخی ساقه‌ها بود. اما در تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر اگرچه هم راستایی بیشتری بین ردیف کشت با تیغه‌های دروگر وجود داشت اما طراحی چرخ‌های دروگر بر اساس فاصله ۱۸۰ سانتی‌متر منجر به حرکت چرخ‌ها از روش ردیف‌های کناری و افزایش ضایعات در زمان برداشت این ردیف‌ها گردید.

در تیمارهای ۱۸۰ سانتی‌متری نیز عرض خطوط کشت بیشتر الگوی سه ردیفه نسبت به دو ردیفه، عامل عدم تطابق شیوه کاشت با طراحی دروگر نیشکر بود که نتیجه آن وجود اختلاف معنی‌داری تیمارهای دو ردیفه با تیمار یک و دو ردیفه در فاصله کشت ۱۸۰ سانتی‌متر گردید.

شایان ذکر است در شیوه سه ردیفه فاصله نقاط نظیر به نظیر دو ردیف مجاور ۱۸۰ سانتی‌متر بوده اما به‌واسطه وجود سه خط کشت، عرض کشت بیشتر و از فضای جوی‌ها کاسته شده بود.

بر این اساس و با توجه به وجود اختلاف زیاد در میزان ضایعات تولیدی، گذشته از عملکرد تولید شده در هر تیمار، میزان ضایعات تولیدی در زمان برداشت اهمیت خاصی پیدا می‌کند و به‌ویژه از این نظر که بقایای برداشت نشده می‌تواند عاملی بر گسترش آفات و بیماری‌های بیشتری باشند.

مدت زمان انجام عملیات دیسک کاور

گستردگی مزارع در وسعت اراضی کشت و صنعت‌های نیشکری توأم با تعدد عملیات زراعی و نقش مهم به‌موقع اجرا شدن این عملیات را باعث شده است که مسئله زمان در نیشکر بیش از سایر گیاهان زراعی حائز اهمیت باشد، به‌گونه‌ای که در بسیاری موارد یکی از علل کاهش کمی و کیفی عملکرد نیشکر، عدم انجام و یا عدم به‌موقع انجام‌دادن عملیات زراعی به علت کمبود فرصت زمانی است. از این رو اجرای هر روشی که بتواند زمان انجام امور جاری مزارع را کاهش دهد، گذشته از مسائل اقتصادی، منجر به کاهش زمان مورد نیاز و انجام به‌موقع عملیات زراعی خواهد شد.

با توجه به اینکه اختلاف تیمارهای مورد بررسی از زمان فاروکشی مزارع شروع می‌گردد، مجموعه عملیات تهیه زمین برای آن‌ها یکسان بوده و مورد بحث واقع نشده است. هم چنین با توجه به نقش عملیات دیسک کاور در پوشش مناسب و رویش قلمه‌ها و نقش سرعت حرکت تراکتور همراه با تعداد فارو موجود در هر هکتار، مدت زمان اجرای این عملیات مبنای مقایسه زمانی تیمارهای مختلف قرار گرفت. بدیهی است نتایج سایر عملیات از روال این عملیات تبعیت می‌نمایند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول٤) اختلاف تیمارهای مورد بررسی از نظر زمان اجرای عملیات دیسک کاور با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول۵) بیشترین زمان مورد نیاز با میزان ٤۹٦۸/٤ ثانیه جهت اجرای دیسک کاور یک هکتار به تیمار ۹۰ سانتی‌متر و سپس به میزان ۲۹۷۷/۸٦ ثانیه به تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر متعلق بود. اختلاف سایر تیمارها با یکدیگر معنی‌دار نشد.

در تیمارهای مذکور علاوه بر تعداد فارو در

هکتار که معادل تعداد دفعات تردد ادوات در مزرعه می‌باشد، عامل اثرگذار دیگری نیز وجود دارد. این عامل زمان مورد نیاز برای خروج تراکتور از مزرعه و دور زدن تا زمان ورود مجدد به مزرعه می‌باشد که این شاخص نیز خود تابعی از تعداد فارو می‌باشد. بر این اساس در تیمارهای با فاصله کشت ۱۸۰ سانتی‌متر اختلافی دیده نشد. هرچند کیفیت خاک‌دهی در تیمارهای کشت سه ردیفه به علت عریض‌تر بودن عرض خطوط کشت کمتر و نیاز بیشتری به عملیات هند کاور داشت.

مسافت طی شده جهت انجام عملیات مختلف

مسافت طی شده توسط ادوات مختلف یک شاخص مهم در تعیین کارآیی روش‌های اجرایی عملیات مختلف زراعی است. چرا که خود شاخصی از میزان مصرف سوخت، استهلاک ادوات، نیاز به آچارکشی و تنظیم نمودن مداوم ادوات، میزان تردد و اثرگذاری بر فشردگی خاک مزرعه می‌باشد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف تیمارها در خصوص مسافت طی شده توسط ادوات در عملیات مختلف زراعی از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول٤). بیشترین مسافت طی شده در هر عملیات در تیمار ۹۰ سانتی‌متر و معادل ۱۱۰۹۹/۳۳ متر در هر هکتار بوده است و در تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر نیز این شاخص معادل ٦٦٤٩/٦٦ متر در هر هکتار برآورد گردید. کسب این نتیجه بیانگر برتری تیمارهای فاصله کشت ۱۸۰ سانتی‌متر از نظر زمان، مسافت طی شده و مقدار مصرف انرژی و سوخت در اجرای عملیات مختلف می‌باشد.

در هنگام برداشت تیمار ۹۰ سانتی‌متر با توجه به عرض کار دروگر نیشکر که معادل ۱۸۰ سانتی‌متر می‌باشد، در هر بار عبور دستگاه، ۲ فارو و به‌صورت هم‌زمان برداشت می‌گردید، لذا از این نظر اختلافی با سایر تیمارها نداشت.

ارتفاع ساقه

با توجه به غیرجنسی بودن محصول نیشکر و اهمیت رشد رویشی در تولید عملکرد، صفت ارتفاع یک شاخص مهم در برآورد وضعیت رشدی مزرعه و تحلیل میزان اثرگذاری تیمارها و مدیریت اعمال شده می‌باشد. اختلاف تیمارها از نظر ارتفاع ساقه معنی‌دار بود (جدول۵).

بیشترین ارتفاع از تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر به میزان ۲۲۰ سانتی‌متر، ۱۵۰ سانتی‌متر به میزان ۲۱٤/۳۳ سانتی‌متر و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه به میزان ۲۱۰/۱ سانتی‌متر حاصل شد و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول۵). صفت ارتفاع به میزان زیادی متاثر از الگوی کاشت که باعث فراهمی منابع محیطی و هم چنین تراکم کاشت که در ایجاد رقابت درون‌گونه‌ای مؤثر است، می‌باشد. در سه تیمار برتر از نظر ارتفاع، عامل اصلی اثرگذار، فاصله ردیف‌های نیشکر بود. در این تیمارها ضمن تولید تعداد پنجه متعادل، به علت فاصله مناسب ردیف‌های کشت، کمترین رقابت درون‌گونه‌ای نیز وجود داشت که با فراهمی بیشتر و توزیع مناسب‌تر منابع محیطی و رقابت کمتر منجر به رشد مناسب‌تر و کسب بالاترین ارتفاع گردید. (Zafar *et al.*, 2010) گزارش نمودند افزایش فواصل ردیف کاشت نیشکر موجب افزایش ارتفاع ساقه گیاه شد. باید توجه نمود که در کسب نتایج فوق خصوصیات مورفولوژیکی ارقام نیز مؤثر می‌باشد و می‌تواند منجر به کسب نتایج متفاوتی گردد. آزمایش‌های (Klomsa *et al.*, 2007) تأیید

می‌نماید که رقم M2024-88 به‌واسطه داشتن برگ‌های خمیده و سایه‌اندازی بر یکدیگر در کشت متراکم نتیجه مطلوبی را به‌دست نیاورد. نتایج تحقیق (Nadeem *et al*., 2020) با نتایج این تحقیق مبنی بر تأثیر فاصله ردیف کاشت بر ارتفاع نیشکر مطابقت داشت.

در مقایسه با شاهد در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه به علت فاصله بیشتر ردیف‌ها از یکدیگر و تراکم کاشت کمتر، تعداد پنجه زیادی تولید گردید که نتیجه آن افزایش رقابت درون بوته‌ای و همچنین دخیل بودن تعداد زیادی از پنجه‌های دارای رشد با تأخیر در برآورد ارتفاع نهایی گردید. به‌گونه‌ای که در تیمار شاهد، تراکم نهایی ناشی از رشد جوانه اصلی و ۲ تا ۳ پنجه بود. اما در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه پنجه‌های ٥ و ٦ نیز رویش نمودند که به‌خاطر ارتفاع کمتر و افزایش رقابت منجر به کاهش ارتفاع کل گردید. هرچند که تعداد زیادی از این پنجه‌ها به علت عدم امکان تغذیه مناسب در میانه فصل رشد حذف شده و به ساقه قابل برداشت نیز تبدیل نگردیدند.

در تیمارهای کشت سه ردیفه نیز تراکم بالای کشت و عدم توزیع همگن جوانه‌ها در واحد سطح منجر به عدم بهره‌گیری مناسب از منابع محیطی و کاهش ارتفاع نسبت به شاهد شد. این مسئله در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته قابل‌توجه‌تر نیز می‌باشد. در این تیمار به علت قرار گرفتن خط کشت میانی در بالاترین نقطه پشته که از بیشترین میزان شوری خاک نیز برخوردار است و هم‌چنین عدم آب‌خوری مناسب، ضمن رویش با تأخیر، نسبت به ردیف‌های کناری از رشد کمتری برخوردار بود که منجر به کاهش میانگین ارتفاع ساقه در واحد سطح گردید.

تعداد ساقه در واحد سطح

عملکرد نیشکر متشکل از عملکرد ساقه‌های تولید شده توسط بوته‌ها می‌باشد. لذا؛ اجزای عملکرد در نیشکر شامل تراکم ساقه در واحد سطح و وزن تک ساقه‌ها است. در این خصوص یک تفاوت عمده بین نیشکر و سایر گیاهان غلات دانه‌ای وجود دارد. چرا که با توجه به عدم کشت هرساله نیشکر، هرگونه نقصان در اجزای عملکرد باعث تداوم خسارت طی سال‌های آتی خواهد بود و از آن پس و تا کشت بعدی باعث کاهش عملکرد خواهد شد. هم چنین با توجه به اثر قابل توجه شیوه کاشت در ایجاد تراکم کافی و استفاده بهینه از زمین، هر روشی که این هدف را بیشتر محقق نماید مناسب‌تر می‌باشد.

از مهم‌ترین مشکلات کنونی واحدهای تولیدکننده نیشکر و به‌ویژه در سیستم‌های مدیریتی مکانیزه، کاهش تراکم در واحد سطح به علت عملیات نامناسب برداشت و راتونینگ از طریق بوته‌کنی می‌باشد. لذا؛ هرساله بخشی از تراکم مزرعه حذف گردیده که نتیجه آن و البته در کنار سایر عوامل، کاهش سن بازرویی مزارع نیشکر می‌باشد. لذا؛ محقق نمودن تراکم مناسب بوته در واحد سطح می‌تواند بر تداوم روند تولید عملکرد مناسب طی سال‌های متمادی اثرگذار باشد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول٤) اختلاف تیمارها از نظر تراکم ساقه در واحد سطح در سطح ٥٪ معنی‌دار بود. بیشترین تراکم ساقه به میزان ۱٥/۳٦ و ۱٤/۹۳ ساقه در مترمربع به ترتیب به تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه متعلق بود (جدول٥). در تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه وجود دو خط کشت در هر

ردیف، ضمن بهره‌گیری مناسب از زمین و توزیع مناسب‌تر بوته‌ها در واحد سطح باعث وجود تعداد بوته مناسب و هم چنین تولید تعداد پنجه کافی در بوته گردید که نتیجه آن افزایش تراکم در واحد سطح نسبت به سایر تیمارها بود. نتایج تحقیقات (Ahmad, 1982 و Khan *et al.*, 2012) موید نتایج این تحقیق بود. در تیمارهای کشت سه ردیفه علی‌رغم افزایش تعداد بوته در واحد سطح، به علت توزیع ناهمگن و فشردگی خطوط کشت در هر ردیف و افزایش رقابت درون‌گروهی، ضمن کاهش تعداد پنجه تولیدی در هر بوته، به علت ضعف پنجه‌ها، برخی از آن‌ها طی دوره رشد سریع حذف گردیدند. لذا؛ افزایش تراکم کاشت منجر به افزایش تراکم در واحد سطح نگردید. تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته به علت محل نامناسب خط کشت میانی به لحاظ شوری تجمع یافته در بالای پشته از کاهش پنجه بیشتری برخوردار بود.

در تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر و ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه نیز اگرچه وجود فضای کافی و اندک بودن رقابت درون‌گونه‌ای، پنجه قابل‌توجهی به‌ازای هر بوته تولید شد اما کم بودن تعداد خطوط کشت و افزایش رقابت درون بوته‌ای که منجر به حذف برخی از پنجه‌ها نیز گردید، در نهایت تعداد پنجه قابل‌توجهی تولید نشد. اما یکسان بودن تعداد پنجه این تیمارها با تعداد پنجه تولید شده در تیمارهای کشت سه ردیف قابل‌تأمل است که نشان‌دهنده اثر منفی تراکم کشت زیاد بر تراکم ساقه قابل آسیاب می‌باشد.

وزن تک ساقه

از آن‌جا که اجزای عملکرد نیشکر تنها از دو جزء تشکیل شده است و جود شرایط مثبت یا منفی در هر یک از آن‌ها، ۵۰٪ اجزای عملکرد را متأثر می‌نماید. در این خصوص وزن تک ساقه علاوه بر شیوه کشت، می‌تواند ناشی از اثرات مدیریتی و اقلیمی، از سالی به سال دیگر متفاوت باشد که عامل مهمی برای نوسان عملکرد و تولید طی دوره‌های مختلف بهره‌برداری از مزارع است.

بررسی تغییرات وزن تک ساقه در واحدهای تولید نیشکر بیانگر وجود یک روند نزولی در این جزء از عملکرد است. به‌گونه‌ای که در طی سال‌های اخیر از روند کاهشی بیشتری نیز برخوردار شده است. در شرایطی که در یک حالت متعادل و مطلوب وزن ساقه می‌تواند بین ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ گرم باشد، وزن تک ساقه تولید شده در رقم زراعی CP57-614 که از وزن تک ساقه قابل‌توجهی نسبت به سایر ارقام برخوردار است در سال زراعی انجام آزمایش و در سطح مزرعه آزمایشی به طور میانگین در تیمارهای مختلف تنها معادل ۵۳۶ گرم برآورد گردید.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) اختلاف تیمارهای شیوه کشت نیشکر از نظر تأثیر بر وزن تک ساقه معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۵) تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر، ۱۵۰ سانتی‌متر و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه به ترتیب با ٦٨٠ گرم، ۵۹٦ گرم و ۵۸۰ گرم بیشترین وزن تک ساقه را تولید نمودند. از جمله دلایل برتری این تیمارها می‌توان به برخورداری از توزیع مکانی بهتر ردیف‌ها و خطوط کاشت اشاره نمود. از این نظر و به‌ویژه در تیمار ۹۰ سانتی‌متر به علت فاصله مناسب بوته‌ها از یکدیگر، ضمن کاهش رقابت بوته‌ها در دریافت منابع محیطی، تولید پنجه کافی نیز باعث کاهش رقابت درون‌گونه‌ای گردید. لذا؛ با دریافت منابع محیطی بهتر و راندمان بالاتر استفاده از نهاده‌های مصرفی

وزن ساقه‌ها از بیشترین میزان خود در شرایط آزمایش انجام شده برخوردار گردید.

اما در تیمارهای سه ردیفه نزدیک‌تر بودن خطوط کشت باعث عدم استفاده مناسب از منابع محیطی به‌ویژه از نظر دریافت نور کافی گردید. فشردگی خطوط کشت و سایه‌اندازی بوته‌ها بر یکدیگر در این تیمارها و عدم راندمان مناسب استفاده از نهاده‌های مصرفی به همراه رقابت درون‌گونه‌ای باعث کاهش وزن تک ساقه به میزان ٤٣٣ گرم در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه کف جوی و ٤١٠ گرم در تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته گردید. تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر یک ردیفه نیز با وزن تک ساقه ۵۱۰ گرم از این نظر حد واسط دو گروه آماری فوق‌الذکر بود.

عملکرد ساقه نیشکر

تولید عملکردی مطلوب و اقتصادی، هدف نهایی فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. اختلاف تیمارها از نظر عملکرد ساقه نیشکر از نظر آماری معنی‌دار بو (جدول۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد تولیدی به میزان ١٠٤/٢١ تن در هکتار به تیمار ۹۰ سانتی‌متر و سپس به میزان ٨٦/٥٣ تن در هکتار به تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه تعلق داشت و کمترین عملکرد نیز با متوسط ۵۰/۵۹ تن در هکتار از تیمار ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه روی پشته به دست آمد.

شیوه کشت از طریق تراکم ساقه و وزن تک ساقه، عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در بین تیمارها، تیمار ۹۰ سانتی‌متر تز نظر هر دو جزء عملکرد برتر از سایر تیمارها بود. شرایط مناسب ایجاد شده در این تیمار باعث ایجاد تراکم مناسب و رشد بهتر ساقه‌ها گردید. نتایج تحقیقات (Behravan *et al*., 2013) افزایش عملکرد به میزان ٣٪ به‌ازای هر ۳۰ سانتی‌متر کاهش در فواصل خطوط کشت را تأیید نمود. در تیمار شاهد نیز برتری نسبت به سایر تیمارها در هر دو جزء وجود داشت، اما این برتری در صفت تراکم ساقه مشهودتر بوده و باعث شده است تا از نظر عملکرد تولیدی در رده دوم قرار گیرد. اگرچه از نظر وزن تک ساقه نیز راندمان مطلوبی داشته است. در تیمار ۱۵۰ سانتی‌متر نیز اگرچه کمترین تراکم ساقه ایجاد شد اما افزایش چشمگیر وزن تک ساقه‌ها توانست باعث افزایش عملکرد نهایی گردیده و جایگاه سوم تولید عملکرد را به دست آورد.

بررسی روند تولید عملکرد در سایر تیمارها نشان داد به لحاظ تراکم ساقه قابل آسیاب اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند اما وجه تفاوت آن‌ها اختلاف در وزن تک ساقه است. لذا؛ به‌خوبی می‌توان دریافت که با وجود اختلاف معنی‌دار تیمارها از نظر تراکم ساقه در واحد سطح، تأثیر اصلی شیوه کشت در بروز تفاوت بین عملکرد تولیدی تیمارهای مختلف از طریق تأثیر بر وزن تک ساقه می‌باشد. بر این اساس دور از انتظار نیست که تیمارهای ۱۸۰ سانتی‌متر سه ردیفه با توجه به راندان ضعیف در تولید تراکم و وزن تک ساقه، کمترین عملکرد تولیدی را با وجود بالا بودن میزان مصرف قلمه به خود اختصاص داده باشند.

عملکرد کیفی شربت نیشکر

در واقع محصول اصلی نیشکر که هدف تولید می‌باشد، شکر است. لذا؛ چنان چه در اثر اعمال تیمارهای مختلف و یا به‌کارگیری مدیریت‌های زراعی مختلف، محصول ساقه قابل آسیاب افزایش

یابد، افزایش تولید انجام شده الزاماً تضمین‌کننده افزایش محصول تجاری مزارع نیشکر نخواهد بود. چرا که ممکن است تحت شرایط حاکم بر مزرعه، توان تولید و ذخیره‌سازی ساکارز از روند دیگری پیروی نموده و یا کیفیت شربت چندان مناسب نباشد. لذا؛ در مزارع نیشکر تجزیه کیفی شربت محصول بسیار حائز اهمیت است. البته می‌بایست این مسئله را مدنظر قرار داد که خصوصیات کیفی شربت نیشکر تا حدود زیادی متأثر از عوامل ژنتیکی و مصرف نهاده‌های کود و آب از طریق امکان تولید ازت مضره و دیررسی محصول و یا قطع آب به‌موقع و تحریک به قندسازی در کنار خصوصیات ژنتیکی بر کیفیت شربت اثرگذار می‌باشند.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس و مقایسات میانگین (جداول ٤ و ٥) اختلاف تیمارها از نظر هیچ یک از صفات کیفی شربت نیشکر به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. طبق نتایج به دست آمده در صورت یکسان بودن سایر عملیات زراعی و مدیریتی مزرعه، شیوه کاشت نتوانسته است در شرایط اجرای این آزمایش و در رقم زراعی CP57-614 منجر به تغییر در عملکرد کیفی نیشکر گردد. به اعتقاد محققین عموماً صفات کیفی بیشتر تحت تأثیر ژنتیک گیاه و واریته می‌باشد و کمتر از محیط تأثیر می‌پذیرند (Lorzadeh, 2012 ؛ Ramezani, 1999).

بررسی نتایج همبستگی نیتروژن پهنک برگ و رطوبت غلاف برگ تیمارهای مختلف با شاخص استاندارد طی هفته‌های رشد نیز بیانگر همبستگی کامل در تمامی تیمارها و در هر دو صفت مورد بررسی با شاخص‌های استاندارد بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

نتیجه‌گیری

تیمارهای ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه از نظر صفات مورد بررسی و عملکرد نی برتر از سایر تیمارها بودند. بالا بودن میزان ضایعات برداشت یکی از نقاط منفی تیمار ۹۰ سانتی‌متر بود. لذا؛ با توجه به ضرورت‌های مدیریتی مزارع نیشکر در زمان برداشت می‌توان تلفیقی از شیوه‌های کشت ۹۰ سانتی‌متر یک ردیفه و ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه را اجرا نمود تا در زمان‌های خاص از جمله وقوع باران‌های زمستانه که منجر به عدم امکان برداشت مکانیزه می‌گردد، جهت تداوم برداشت، ممانعت از عدم نی رسانی به کارخانه، ایجاد تعادل و تقسیم کار در فصل برداشت و بسیاری موارد دیگر و البته به‌منظور کاهش ضایعات برداشت، نسبت به برداشت دستی مزارع در شیوه کشت ۹۰ سانتی‌متر و در سایر زمان‌ها نسبت به برداشت مکانیزه مزارع در شیوه کشت ۱۸۰ سانتی‌متر دو ردیفه اقدام نمود. از این نظر شیوه کشت ۱۵۰ سانتی‌متر جای بررسی و انجام آزمایش‌های تکمیلی خواهد داشت. اما سایر تیمارها و به‌خصوص تیمارهای کشت سه ردیفه چه به لحاظ مصرف قلمه و چه به لحاظ عملکرد تولیدی، مزیتی برای کاربرد داشت. نتایج تحقیقات (Panziera *et al*., 2022) در این خصوص با نتایج این تحقیق منطبق بود. هم‌چنین بر اساس نتایج حاصله هیچ یک از روش‌های کشت مورد بررسی به لحاظ خصوصیات کیفی، دارای برتری نسبت به یکدیگر نبوده و به‌منظور بهبود این صفات می‌بایست در جستجوی روش‌های دیگری بود.

REFRENCES

Ahmad, R. 1982. Studies on geometry of planting autumn Sugarcane facilitating intercropping of Wheat and Berseem. *Master's Thesis, Department of Agronomy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan*. pp. 154.

Alizadeh, A. 1995. The relationship between water, soil and plants. First Edition. *Astan Quds Publications*, 353 p. (In Farsi)

Anonymous. 2017. Brief knowledge of sugarcane development plan and side industries. Publications of the Sugarcane *Development Plan Company and its by-products*. (In Farsi)

Bashir, S. and Saeed, M. 2000. Biomass production and partitioning in sugarcane genotype SPSG 394 as influenced by planting pattern and seeding density. *Journal of Agricultural Research, 36*, 129–137.

Behravan, H. R., Zand, A. and Shafii Bafti, F. 2013. Optimum management in the sugarcane industry. *Kerdgar Publications*. (In Farsi)

Board of writers. 2013. Technology of sugarcane production in Iran, a set of instructions for crop production operations. *Rasvajeh Publications*. (In Farsi)

Chendra, A., Yernaidu, Y. and Patel, S. 2022. Recent Technological Advancement to Enhance Quality Aspects of Sugarcane. Publisher: *Akinik Publication*, pp.145-163.

Ellsworth, P. Z. and White Jr, P. M. 2022. Row Spacing and the Use of Plant-Available Water in Sugarcane Cultivation in Water-Abundant Louisiana. *Agronomy Journal*, 12, 1586.

FAO statistic. 2017. Available: http// faostat.fao.org/site/567/default.aspx.

Fotuhi, F. 2000. Nutrient requirement of Sugarcane plant (macro and micro elements) and determination of some effective factors in nitrogen absorption and consumption efficiency. *PhD thesis in the physiology of agricultural crops*. *Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran*. 343 p. (In Farsi)

Khadave, R. B., Hapase, D. G. and Somaiya, S. S. 2005. Maximisation of Sugarcane yields and reduction of production costs. *Proc. Issct Journal*, 25: 154-158.

Khan, A. A., Khan, M. A., Khan, Q. 2012. Economic analysis of Sugarcane (*Saccharum offcinarum* L.) intercropping with Canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 49: 589–592.

Khodabandeh, N. 1990. Cultivation of industrial plants. *Sepehr Publications*. pp. 245.

Klomsa, T. C., Prasantree, S., Jomsri, A., Tenglai, P., Prammanee, A. and Weerathaworn, P. 2007. Dualrow planting – A system to increase Thai farmers cane yield and economic returns. *Proc. Int. Soc. Sugarcane technology*, 26: 298-300.

Lorzadeh, Sh. 2012. The effects of different levels of soil compaction on the growth characteristics of sugarcane plant variety 103-48 CP in Khuzestan province, *PhD thesis, Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch*. (In Farsi)

Malakuti, M. J. and Homayi, M. 2012. Soil fertility in arid and semi-arid areas, problems and solutions. *Publications of Tarbiat Modares University*. 494 pp. (In Farsi)

Muchow, R. C. 1992. Effect of water and nitrogen supply on radiation interception and biomass accumulation of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in a semi-arid tropical environment. *Field Crops Research*, 28: 281-293.

Muchow, R. C. and Sinclair, T. R. 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field – grown maize and sorghum. *Crop Science*, 34: 721-727.

Nadeem, M., Tanveer, A., Sandhu, H., Javed, S., Safdar, M. E., Ibrahim, M., Shabir, M. A., Sarwar, M. and Arshad, U. 2020. Agronomic and Economic Evaluation of Autumn Planted Sugarcane under Di_erent Planting Patterns with Lentil Intercropping. *Agronomy Journal*, 10: 644, 1-24.

Panziera, W., Rodrigues de Lima, C. L., Timm, L. C., Aquino, L. S., Barros, W. S., Stumpf, L., dos Anjos e Silva, S. D., Moura-Bueno, J. M., Junior, L. A. D. and Pauletto, E. A. 2022. Investigating the relationships between soil and sugarcane attributes under different row spacing configurations and crop cycles using the state-space approach. *Soil and Tillage Research*, 217, 105270.

Ramezani, M. H. 2018. Lack of irrigation and the effect of drought stress on three varieties of Sugarcane. *Master's thesis, Faculty of Agriculture, Gilan University*. (In Farsi)

Thomas, J. R. and Rozeff, N. 1990. Sugarcane yields as influenced by residual and fertilizer N. *Journal America Society of Sugarcane Technologists*, 19 (10): 118-119.

Wong, S. C., Cowan, I. R. and Farquhar, G. D. 1985. Leaf conductance in relation to rate of CO_2 assimilation. I. Influence of nitrogen nutrition, phosphorous nutrition, photon flux density and ambient partial pressure of CO_2 during ontogeny. *Plant Physiology Journal*, 78: 821-825.

Zafar, M., Tanveer, A., Cheema, Z. A. and Ashraf, M. 2010. Weed-Crop competition effects on growth and yield of Sugarcane planted using two methods. *Pakistan Journal of Botany*, 42, 815-823.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 2/Summer 2021/P: 44 -62

https://www.sarj.iauk.ac.ir

The Effect of Different Planting Patterns on Yield Changes and Quantitative and Qualitative Traits of Sugarcane in the South of Khuzestan

Abdulazim Hamid[1], Shahram Lak*[2], Mani Mojaddam[3]

[1]Graduated with MSc, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

[2] Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Corresponding Author's Email: sh.lack@yahoo.com

(Received: August. 12, 2022 – Accepted: September. 22, 2022)

ABSTRACT

The method of sugarcane cultivation is generally affected by mechanization conditions and has always faced the problem of long distances between cultivation rows. On the other hand, its asexual cultivation through the cultivation of cuttings and influencing the characteristics of the cuttings does not provide the possibility of precise control of the planting density. Therefore, it is necessary to review the pattern of sugarcane cultivation and of course, keeping in mind the limitations of mechanization. In order to investigate the effect of planting pattern on the yield changes and quantitative and qualitative traits of sugarcane variety CP57-614 in the crop year of 2013-2014 in the Amirkabir Sugarcane Cultivation and Industry Company in the South of Khuzestan, a research was carried out in the form of a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The investigated treatment was the planting pattern in six levels (including planting distance of 180 cm in two rows (control), planting distance of 180 cm in one row, planting distance of 150 cm in one row, planting distance of 90 cm in one row, planting distance of 180 cm in three rows on the stack, the planting distance was 180 cm, three rows of atmospheric soil) which were randomly placed in the plots. The treatments of 90 cm in one row and 180 cm in two rows produced the highest yields of 104.21 and 86.533 tons per hectare, and in total, they were superior to other treatments in terms of the investigated traits. The three-row cultivation treatments were not favorable either in terms of cuttings consumption or yield, compared to other treatments. Based on the obtained results, none of the studied cultivation methods were superior to each other in terms of quality characteristics.

Keywords: Planting pattern, Mechanization, Yield, Sugarcane