

* CP -

Effects of different levels of soil compaction on yield, yield components and sucrose in sugarcane cv. CP 48-103, in Khuzestan

شاپور لُرزاده^۱، حبیب اله نادیان^۲، عبدالمهدی بخشنده^۳، قربان نورمحمدی^۴ و فرخ درویش^۵

CP -

()

:

(Penetrometer resistance)

(Crop Growth Rate)

(Leaf Area Index)

(Relative Growth Ratio)

(Net Assimilation Rate)

مختلف از جمله استفاده مکرر از ماشین آلات سنگین

به خصوص در وضعیت رطوبتی نامناسب به تدریج

خاک های زراعی می توانند تحت تأثیر عوامل

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۷/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۴/۱۸

* بخشی از رساله دکتری زراعت نگارنده اول در گروه تخصصی زراعت واحد علوم و تحقیقات _ دانشگاه آزاد اسلامی

۲ و ۳ به ترتیب استادیار و دانشیار دانشگاه شهید چمران - اهواز

۱ - عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

۴ و ۵ استادان دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات - تهران

طولی ریشه های اولیه گیاهچه های نخودفرنگی واریته آلاسکا در خاک های سبک (لومی - شنی) و سنگین را به ترتیب در مکش های بین ۰/۱ تا ۱ بار امکان پذیر دانسته اند. مقاومت مکانیکی خاک تابعی از جرم مخصوص خاک و مقدار آب خاک می باشد. طولی شدن ریشه های اولیه اغلب نسبت به خلل و فرج پر شده از هوا در سطوح مقاومت فیزیکی پایین خاک کمتر حساسیت نشان می دهد.

سیرپ و برویگ (Sierp and Brewig, 1985) اظهار داشتند که میزان رشد ریشه با افزایش تراکم خاک کاهش پیدا می کند در حالی که میزان سوبرینی (Subrine) شدن ریشه ها به شدت تحت تأثیر قرار می گیرد و بنابراین رشد کند ریشه ها تابعی از میزان سوبرینی شدن ریشه ها می باشد. بون و وین (Boone and Veen, 1993) با بررسی مکانیزم های واکنش گیاهان به تراکم خاک ملاحظه نمودند که تراکم خاک بر روی جوانه زنی و سبز شدن و نیز شدت زمان سبز شدن بذور گیاهان زراعی تأثیر دارد. تراکم خاک، هدایت آبی خاک اشباع را کاهش داده ولی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی در خاک غیر اشباع نگردید.

درو (Drew, 1975) و وین (Veen, 1989) گزارش نمودند که مقاومت مکانیکی خاک و تهویه و درجه حرارت خاک به مقدار زیادی به آب خاک بستگی دارند. اثرات ساختمان خاک روی رشد محصول در ارتباط با آب خاک است که به نوبه خود متأثر از تراکم خاک می باشد. وود (Wood, 1985) معتقد بود که کاهش عملکرد در نیشکر ناشی از تخریب خصوصیات فیزیکی خاک می باشد که خود متأثر از زراعت فشرده (Intensive) نیشکر می باشد. او هم چنین دریافت که افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک و نیز کاهش خلل و فرج خاک در عمق هفت سانتیمتری اراضی متراکم شده بیشتر از اراضی متراکم نشده بود. وی نشان داد که افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک از ۱/۳۱ به ۱/۴۹ باعث کاهش منافذ خاک از ۵۰/۶ درصد به ۴۳/۶

متراکم شوند. در اثر تراکم مقاومت مکانیکی خاک افزایش و تهویه خاک تحت تأثیر قرار می گیرد ریشه گیاه برای نفوذ در خاک باید نیروئی اعمال کند تا ذرات خاک را جابجا نماید. چنانچه این نیرو از نیروی مقاومت مکانیکی خاک کمتر باشد ریشه قادر به جابجا کردن ذرات خاک نخواهد بود و در نتیجه در نفوذ به داخل خاک دچار مشکل خواهد شد. این امر در نهایت منجر به کاهش و یا توقف رشد ریشه گیاه خواهد شد. در واقع ریشه برای نفوذ در خاک باید حفره ای به اندازه حجم خود در خاک ایجاد نماید. نیروئی که ریشه گیاه اعمال می کند بسته به نوع گیاه بین ۰/۲۴ تا ۱/۴۵ مگاپاسکال متفاوت است (Greacen, 1986). یکی از اثرات مشخص و معین تراکم خاک کاهش تهویه خاک است. این کاهش عمدتاً به خاطر تغییر در توزیع اندازه خلل و فرج خاک است. با افزایش تراکم خاک درصد منافذ درشت خاک در جهت ایجاد منافذ ریز کاهش می یابد، تحت چنین شرایطی حرکت آب و هوا در خاک شدیداً کاهش می یابد این امر می تواند به کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت گاز کربنیک منجر شود. کاهش تهویه خاک می تواند به روی رشد و نمو گیاه اثر منفی بگذارد (Nadian et al., 1996). مقاومت فروسنجی خاک های مختلف بر حسب میزان تراکم خاک، رطوبت خاک و بافت خاک متفاوت و از مقادیر یک مگاپاسکال (Taylor and Ratliff, 1969) تا ۴/۲ مگاپاسکال (Nadian et al., 1998) گزارش شده است.

توانایی ریشه گیاهان در نفوذ به درون خاک متراکم بسیار متفاوت است (Cannell, 1982; Goss, 1976; Gooderham, 1977; Castillo et al., 1982) تایلور و راتلیف (Taylor and Ratliff, 1969) ملاحظه نمودند وقتی مقاومت مکانیکی خاک به یک مگاپاسکال افزایش یابد طولی شدن ریشه گیاه پنبه ۶۲ درصد کاهش پیدا می کند، حال آن که افزایش مشابه مقاومت مکانیکی خاک فقط توانست ۲۵ درصد طول ریشه گیاه بادام زمینی را کاهش دهد. بنگو و یانگ (Bengough and Young, 1992) میزان افزایش رشد

درصد گردید.

احمد و پل (Ahmad and Paul, 1978) دریافتند که اجرای عملیات زیرشکنی (Sub-Soiling) خاک بر روی کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک اثر دارد ولی اثرات ناچیزی بر روی افزایش منافذ درشت خاک دارد. آن‌ها ملاحظه نمودند که مقاومت مکانیکی خاک در اثر عملیات زیرشکنی افزایش یافت و با افزایش راتون‌ها (Ratoons) رشد ریشه محدودتر گردید. اثرات عملیات زیرشکنی کاملاً از راتون سوم نیشکر ظاهر گردید که ناشی از متراکم شدن مجدد خاک مرطوب در اثر رفت و آمد مکرر ماشین آلات بود.

نتایج گزارش شده نشان می‌دهد که رشد ریشه‌های نیشکر با افزایش تراکم خاک کاهش می‌یابد. (Rao and Narasimham, 1988; Singh, 1964; Monteth and Banat, 1965). تورس و همکاران (Torres and Villegas, 1992) در یک تحقیق اثرات تراکم خاک را در دو شرایط (تراکم روی ردیف‌های کشت و تراکم بین ردیف‌های کشت) در مزارع راتون نیشکر مقایسه کردند. آن‌ها ملاحظه نمودند که تردد ماشین آلات، وزن مخصوص ظاهری و نیز مقاومت مکانیکی خاک را افزایش می‌دهد ولی درصد منافذ درشت خاک و نیز میزان تهویه خاک را کاهش می‌دهد. با وجود این، رشد و توزیع ریشه تحت تأثیر تراکم خاک قرار نگرفت. تأثیر مستقیم تردد ماشین آلات به میزان زیادی محصول نی را کاهش داد به خصوص در رفتارهایی که تراکم روی ردیف‌ها صورت گرفته بود.

سوین فورد و بوئی (Swinford and Boevey, 1984) دریافتند که تراکم خاک روی ردیف‌های کشت در نیشکر اثرات بسیار زیادی در کاهش عملکرد نی در مقایسه با تراکم خاک بین ردیف‌های کشت می‌باشد. به طوری که کاهش عملکرد در تراکم بین ردیف‌ها فقط ۱۰ درصد بود در حالی که این کاهش در تراکم روی ردیف‌ها بین ۲۱ تا ۴۵ درصد گزارش شده است. اک و همکاران (Eck et al., 1990) معتقد بودند که

در رابطه با گیاه نیشکر مانند سایر گیاهان قندی مدیریت‌های زراعی یا براساس میزان ساکارز قابل استحصال در واحد سطح ارزیابی می‌شوند و یا از طریق عملکرد نی که در نهایت منجر به افزایش کیفیت محصول و بالا بردن درصد ساکارز و کاهش مواد مضره از قبیل ازت و قندهای انورث (Invert) در شربت (مانع از کریستالیزه شدن ساکارز و باعث کاهش میزان ساکارز قابل استحصال می‌شوند) می‌گردد. حداکثر ساکارز قابل استحصال در نیشکر الزاماً با حداکثر رشد و تجمع بیوماس (Biomass) منطبق نمی‌باشد. (Imnan et al., 1988). شرایط زراعی - محیطی در دوره رشد رویشی و تا پیش از مرحله تجمع ساکارز در ساقه عملکرد کمی اولیه یعنی محصول ساقه را تضمین می‌کند در حالیکه تنظیم برنامه‌های زراعی برای توقف و یا محدودیت رشد و تغییر در روابط منبع - مخزن (Source-Sink) و افزایش سنتز و ذخیره ساکارز در اثر اعمال عوامل زراعی - محیطی باعث بهبود کیفیت محصول و در نتیجه افزایش درصد ساکارز می‌گردد.

با توجه با این که مشکل تراکم خاک در نیشکر سالیان دراز است که مطرح می‌باشد ولی تاکنون هیچ بررسی در خصوص اثر تراکم خاک بر روی عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان قند نیشکر ملاحظه نشده است لذا با توجه به استفاده مکرر از ماشین آلات سنگین در زراعت نیشکر در منطقه خوزستان و متراکم شدن خاک مطالعه‌ای با اهداف زیر صورت گرفت:

۱- بررسی تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک بر روی میزان پنجه زنی، ارتفاع گیاه، عملکرد نی و ماده خشک کل

۲- بررسی تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک بر روی میزان عملکرد ساکارز، درصد ساکارز و خلوص ساکارز
۳- بررسی تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک بر روی کمیت‌های فیزیولوژیکی رشد گیاه مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی

چرخ به دست می آید و مجموع مساحت تمام چرخ ها (چرخ های تراکتور و تریلی حمل نی)، سطح کل ادوات به دست می آید. تراکم های به دست آمده در اثر تردهای یاد شده به ترتیب شامل: $0(C_1)$ ، $900(C_1)$ ، $1800(C_2)$ و $2700(C_2)$ کیلوپاسکال بود. مقاومت فروسنجی خاک در تراکم های یاد شده و تحت شرایط رطوبتی مذکور پس از اعمال تیمار، توسط دستگاه فروسنج مخروطی (Cone Penetrometer) در هر تیمار اندازه گیری شد که میانگین های آن ها تا عمق ۳۰ سانتیمتری به ترتیب برابر با ۶۵۰، ۱۲۵۰، ۲۳۵۰ و ۳۲۵۰ کیلوپاسکال بود.

ترکیبات تیماری مذکور در قالب یک طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار سطح تراکم خاک و در سه تکرار، مجموعاً ۱۲ قطعه آزمایشی اعمال گردید. اعمال تیمار تراکم خاک در مزرعه در تاریخ ۲۰ اردیبهشت سال ۱۳۷۹ انجام شد. قبل از اعمال تیمار مزرعه آبیاری و پس از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی تیمار تراکم خاک اعمال شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف به طول شش متر و فاصله ردیف های کشت ۱/۵۲ متر بود. نمونه برداری برای تعیین عملکرد کمی شامل اندازه گیری ارتفاع، تعداد پنجه، شاخص سطح برگ و سایر شاخص های رشد، وزن خشک برگ، ساقه، غلاف و وزن خشک کل و نیز وزن تر ساقه در واحد سطح هر ۱۵ روز یکبار انجام شد.

برای تعیین عملکرد کیفی مانند: درجه خلوص شربت (Purity)، درصد ساکارز، عملکرد ساکارز، از دو ردیف میانی هر کرت با حذف حواشی هر کرت در هنگام برداشت نهایی در سطح سه مترمربع انجام گرفت. برداشت نهایی محصول در ۳۰ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۰ انجام گرفت. پس از حذف سرنی، محصول اقتصادی ساقه تعیین و شربت ساقه ها به وسیله پرس هیدرولیک استحصال شد، مقدار ساکارز و ماده خشک محصول شربت بر حسب بریکس (Brix) به ترتیب با استفاده از ساکاریمتر (Saccharimeter) و رفراکتومتر (Refractometer) در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تعیین

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف تراکم خاک بر روی عملکرد کمی و کیفی نیشکر این طرح در مزارع کشت و صنعت امام خمینی استان خوزستان انجام شد. محل انجام آزمایش در مزرعه ۵-۱۲، اداره دوم کشاورزی بود. در انتخاب این مزرعه به نکاتی از قبیل یکنواختی نسبی در رشد نیشکر، یکنواختی نسبی هدایت الکتریکی محلول خاک، یکنواختی در مصرف کودهای شیمیایی و نیز جوان بودن مزرعه و عدم تراکم چندان قبلی خاک توجه شده بود.

این تحقیق در مزرعه راتون اول بلافاصله پس از برداشت محصول انجام شد. قبل از انجام آزمایش و اعمال تیمار تراکم از پنج نقطه از مزرعه مورد نظر نمونه خاک تا عمق شصت سانتیمتری تهیه و یک نمونه مرکب انتخاب و آزمایشات لازم روی خاک محل مورد آزمایش از نظر بافت، درصد رطوبت خاک، درصد رس و لای شن، واکنش خاک pH، شوری، مواد آلی، درصد سدیم قابل تعویض (Exchangeable Sodium Percentage) انجام گرفت (جدول ۱)

سطوح مختلف تراکم خاک بر اساس تعداد رفت و آمدهای تراکتور مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ به همراه تریلی حمل نی، در فاصله بین ردیف های کشت اعمال شد. تیمارها به ترتیب شامل: ۰، ۳، ۶ و ۹ دفعه رفت و آمد تراکتور و تریلی حمل نی بود.

برای محاسبه میزان فشار وارده بر خاک توسط تراکتور و تریلی حمل نی، وزن تراکتور و تریلی همراه آن محاسبه و با اندازه گیری سطح تماس لاستیک های این ادوات با خاک، میزان فشار وارد شده بر خاک از تقسیم وزن ادوات بر سطح آنها، بر حسب واحد فشار (کیلوپاسکال) به دست آمد. توضیح این که سطح تماس چرخ ها با سطح زمین به صورت بیضی است که عرض چرخ قطر کوچک آن و طول تماس چرخ بر زمین قطر بزرگ آن است با محاسبه مساحت بیضی، سطح هر

کاهش ارتفاع نی مانند آنچه برای عملکرد نی و پنجه زنی بیان گردید با افزایش تراکم خاک ملاحظه گردید (نمودارهای ۲ و ۳).

روند تغییرات ماده خشک کل در طول دوره رشد گیاه از زمان اعمال تیمار تراکم خاک تا برداشت یک روند صعودی را نشان می داد به طوری که در نمودار ۴ مشاهده می شود وزن ماده خشک کل گیاه در تیمار شاهد به میزان چهار هزار گرم در متر مربع بود در حالی که با افزایش مقاومت فروسنجی خاک تا حد ۳۲۵۰ کیلوپاسکال وزن ماده خشک کل گیاه به میزان ۲۴۵۰ گرم در متر مربع کاهش پیدا کرد و یک کاهش ۳۰ درصدی در وزن ماده خشک کل گیاه مشاهده گردید.

از لحاظ خصوصیات کیفی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد ساکارز در تیمار شاهد از ۱۰/۹ تن در هکتار به ۹/۸ تن در هکتار در رفتار بیشترین تراکم خاک رسید هر چند این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود. (نمودار ۵)

تجزیه واریانس مربوط به خلوص شربت و درصد ساکارز نیز معنی دار نشد و از این لحاظ تفاوتی بین تیمار شاهد با تیمارهای تراکم خاک مشاهده نگردید. (جدول ۲).

از لحاظ ویژگی های فیزیولوژیکی رشد همان طوری که در نمودار ۶ مشاهده می گردد شاخص سطح برگ در ۹۰ روز پس از اعمال تیمار تراکم خاک به حداکثر مقدار خود رسیده بود به طوری که با افزایش میزان تراکم خاک شاخص سطح برگ کاهش معنی داری را نشان می داد. سایر خصوصیات فیزیولوژیکی رشد مانند: سرعت رشد محصول (نمودار ۷)، سرعت جذب خالص (نمودار ۸) و سرعت رشد نسبی (نمودار ۹) نیز روندی مانند روند شاخص سطح برگ را نشان می دادند.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق می تواند از دیدگاه های کمی، کیفی و فیزیولوژیکی مورد بحث و تفسیر قرار گیرد. نتایج این مطالعه نشان می دهد که تراکم خاک تا یک مقاومت فروسنجی ۱۲۵۰

گردید. پولاریزاسیون (Polarization) واقعی شربت با استفاده از جدول استاندارد و ضریب اصلاحی مربوطه محاسبه شد.

خلوص شربت از نسبت درصد ساکارز به درصد ماده خشک محلول تعیین شد. میزان ساکارز قابل استحصال (Recoverable Sucrose) با استفاده از فرمول های استاندارد محاسبه شد. (Meade and Chen, 1977; Rice and Hebert, 1972).

$$\% \text{Sucrose} = (\text{POL} \times 26) / \{105.811 + [(\text{brix} - 15) \times 0.44]\}$$

$$\text{Brix} = \text{brix} + (\text{Temperature} - 20) \times 0.075$$

$$96^\circ \text{sugar} = [(\text{sucrose} \times 21.058) - (\text{Cbrix} \times 6.15)]$$

$$\times \text{VCF (Varital Correction Factor)}$$

پس از تبدیل مناسب داده های مربوط به خلوص شربت و درصد ساکارز، کلیه داده های طرح با استفاده از نرم افزار (SAS, 1990) مورد تجزیه و مقایسه میانگین با آزمون L.S.D در سطح احتمال خطای ۵ درصد و یک درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

افزایش تراکم خاک از طریق تردد شامل ۰، ۹۰۰، ۱۸۰۰ و ۲۷۰۰ کیلوپاسکال فشار وارد آمده بر خاک، به طور خطی باعث افزایش مقاومت فروسنجی (PR) خاک گردید. رابطه بین این دو متغیر به صورت یک رگرسیون خطی با معادله $PR = 1/75x + 0/0033$ می باشد که در آن PR برابر با میزان مقاومت فروسنجی خاک و x برابر با تعداد دفعات تراکتور در مزرعه می باشد. افزایش تراکم خاک تا یک مقاومت فروسنجی ۳۲۵۰ کیلوپاسکال باعث گردید تا ارتفاع گیاه

عملکرد نی، تعداد پنجه ها در واحد سطح و وزن ماده خشک برگ، ساقه و نی در سطح احتمال ۵ درصد کاهش یابد. افزایش تراکم در بالاترین سطح خود باعث گردید تا عملکرد نی از ۱۰۲ تن در هکتار در تیمار شاهد به ۹۰ تن در هکتار برسد و یک کاهش ۱۲ درصدی را نشان دهد (نمودار ۱). یک روند مشابه در

کیلوپاسکال هیچ گونه اثر معنی داری بر روی عملکرد کمی و کیفی نیشکر ندارد. اگر چه در این آزمایش اثر تراکم خاک بر روی رشد ریشه گیاه نیشکر مطالعه نشده است ولی می توان چنین نتیجه گرفت که فشار ریشه ای گیاه نیشکر با توجه به خصوصیات بافتی و رطوبتی خاک مورد آزمایش بیش از ۱۳۵۰ کیلوپاسکال است. این نشان می دهد که فشار ریشه ای گیاه نیشکر (واریته ۱۰۳ - CP ۴۸) در مقایسه با فشار ریشه ای سایر گیاهان زراعی که بین ۲۴۰ تا ۱۴۵۰ کیلوپاسکال برآورد می شود در حد نسبتاً بالایی قرار دارد (Greacen, 1986). افزایش تراکم خاک تا یک مقاومت فروسنجی ۳۳۵۰ کیلوپاسکال باعث کاهش معنی دار عملکرد کمی گیاه از جمله عملکرد نی، ارتفاع نی، میزان پنجه زنی و وزن ماده خشک کل گیاه گردید. آنچه مسلم است بخشی از این کاهش مربوط به افزایش مقاومت مکانیکی خاک و فائق آمدن بر فشار ریشه ای گیاه نیشکر است. با وجود این، کاهش تهویه خاک (کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی اکسید کربن هوای خاک) یک عامل مهم دیگر در این کاهش می تواند باشد. در این مطالعه غلظت اکسیژن و دی اکسید کربن هوای خاک در رفتارهای مختلف تراکم خاک به علت عدم امکانات موجود تعیین نگردید. سهم این دو عامل (افزایش مقاومت مکانیکی خاک و کاهش تهویه خاک) در کاهش عملکرد نیشکر مشخص نیست و اساساً تعیین سهم هر یک از این دو عامل به طور جداگانه در کاهش عملکرد گیاه (چه در شرایط مزرعه ای و چه در شرایط گلدانی) به دلیل تأثیر هم زمان این دو عامل بر گیاه امکان پذیر نیست (Nadian et al., 1998) در بین اجزاء عملکرد نیشکر تعداد ساقه، ارتفاع نی و عملکرد شدیداً تحت تأثیر تراکم خاک قرار گرفت. نتایج به دست آمده با نتایج ارائه شده توسط سوین فورد و باوی (Swinford and Boevey, 1984) مطابقت دارد. در این گزارش حداکثر میزان تراکم خاک که حدود شش تن بار روی خطوط کشت و بین خطوط کشت اعمال شده بود تعداد ساقه در واحد سطح نسبت به تیمار شاهد

(خاک تراکم نشده) ۶۶ درصد و ارتفاع نی ۲۷ درصد کاهش نشان داد. کاهش رشد اندام های هوایی گیاه تحت شرایط تراکم خاک می تواند ناشی از کاهش رشد ریشه و انتشار آن در خاک باشد که این به نوبه خود می تواند بر روی جذب عناصر غذایی به خصوص عناصر کم تحرک خاک مانند فسفر اثر بگذارد. چنین کاهش در اندام های هوایی ناشی از کاهش رشد ریشه توسط سینگ (Singh, 1964) نیز گزارش شده است. لازم به توضیح است در ادامه مطالعه اثر تراکم خاک بر روی رشد گیاه نیشکر و با انجام آزمایشات گلدانی یک کاهش شدید در رشد ریشه گیاه نیشکر نیز ملاحظه شده است. کاهش عملکرد نی علاوه بر آن که می تواند متأثر از کاهش در میزان رشد و گسترش ریشه گیاه باشد می تواند ناشی از کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش در میزان فتوسنتز و انتقال مواد به ساقه باشد (نمودار ۵)

افزایش تراکم خاک به کاهش منافذ درشت خاک منجر می شود (Hoffmann and Jung, 1995) و این امر به تجمع بیشتر آب در خاک و نتیجتاً کاهش تهویه خاک منجر می شود که می تواند به کاهش عملکرد گیاه منجر شود. مشابه با نتایج یاد شده، یانگ (Yang, 1977) ملاحظه نمود هنگامی که میزان آب خاک در عمق ۴۰ سانتیمتری خاک برای مدت نسبتاً طولانی بالا بماند عملکرد نی کاهش می یابد. یک کاهش مشابه در عملکرد نی زمانی که وزن مخصوص خاک از ۱/۴۰ به ۱/۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب خاک افزایش داده شد توسط هار (Harr, 1960) گزارش گردیده است.

اگرچه تراکم خاک باعث کاهش معنی دار عملکرد کمی گیاه نیشکر گردید ولی عملکرد قند (ساکارز) حدود یک تن در هکتار کاهش پیدا نمود که این کاهش معنی دار نبود. (نمودار ۹) حداقل بخشی از این شرایط به دلیل به خاطر عدم تأثیر معنی دار تراکم خاک بر روی درصد ساکارز می باشد.

افزایش تراکم خاک، باعث کاهش معنی دار شاخص سطح برگ گردید. کاهش سرعت جذب

خالص (NAR) و سرعت رشد محصول (CGR) نیشکر، تیمار تراکم خاک (حدود مردادماه) ملاحظه گردید و کاهش شاخص سطح برگ را توجیه می نماید. بر طبق این در حالی است که گرمای زیاد مورد نیاز نیشکر در نمودار ۸ بیشترین سرعت جذب خالص و نتیجتاً بیشترین سرعت رشد محصول بین دو الی سه ماه پس از اعمال این ماه جهت حداکثر رشد گیاه قابل تأمین است.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil of experimental plots

Table 1: Physical and chemical characteristics of the soil of experimental plots									
ESP/	CEC	مواد آلی خاک OC%	pH	EC Mmhos/cm2	بافت خاک	درصد اجزاء بافت خاک			عمق خاک Soil depth cm
	میلی اکوی والان meq/100g/dry soil				Soil Texture	Components soil texture			
						رس % Clay%	لای % Silt%	شن % Sand%	
3.7	13.8	0.35	8.4	1.35	Silty-clay	44	50	6	0-30

جدول ۲ - خلاصه تجزیه واریانس اثرات سطوح مختلف تراکم خاک بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد نیشکر واریته ۱۰۳ - ۴۸ CP

Table 2. Summary of analysis of variance for different soil compaction on yield and yield components in sugarcane var. CP 48 – 103

منابع تنوع		درجه آزادی	میانگین مربعات صفات			
S.O.V		df.	Mean Squares			
			خلوص شربت	ساکارز	عملکرد نی	عملکرد ساکارز
			Purity %	Sucrose %	Cane yield t/ha	Sucrose yield t/ha
Replication	تکرار	2	3.26*	1.10ns	0.44ns	0.99 ^{ns}
	تیمار	3	3.36ns	0.21ns	100.10*	0.79 ^{ns}
Treatment						
Error	خطای آزمایش	6	0.79ns	0.15ns	14.20ns	0.63ns
C.V.	ضریب تغییرات	-	4.26	3.68	3.89	7.78

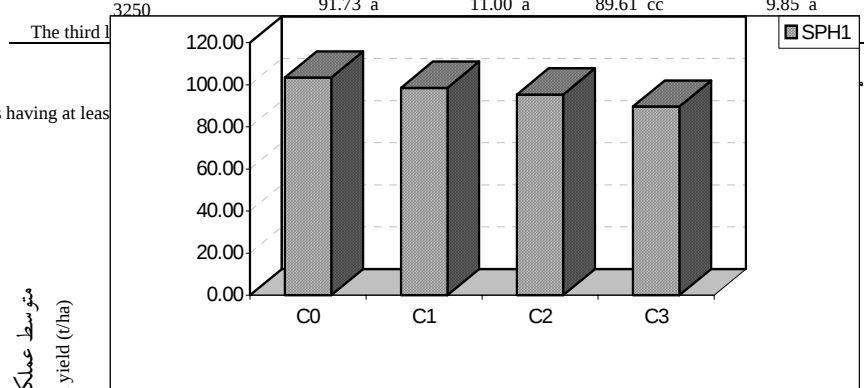
ns و * : Non significant and significant at the 5% levels of probability respectively. ns و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ درصد احتمال.

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد نیشکر واریته ۱۰۳ - ۴۸ CP به روش آزمون L.S.D

Table 3. Mean comparison for yield and yield components in sugarcane var CP 48-103 By L.S.D test

مقاومت فروسنجی خاک (PR) کیلوپاسکال (Kpa)	درجه خلوص شربت Purity %	درصد ساکارز Sucrose %	عملکرد نی Cane yield t/ha	عملکرد ساکارز Sucrose yield t/ha
کنترل (C0)				
650 Control	92.03 a *	10.70 a	103.37 aa	10.93 a
اولین سطح تراکم خاک (C1)				
1250 The first level compaction	91.73 a	10.56 a	98.54 abb	10.40 a
دومین سطح تراکم خاک (C2)				
2350 The second level compaction	92.46 a	10.36 a	95.33 bc	9.87 a
سومین سطح تراکم خاک (C3)				
3250 The third level compaction	91.73 a	11.00 a	89.61 cc	9.85 a

*Difference of means having at least



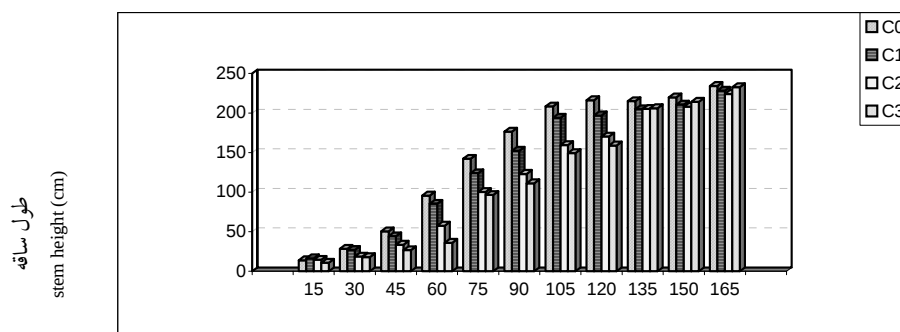
* در هر ستون تفاوت بین دو

متوسط عملکرد
Mean yield (t/ha)

Soil compaction treatments

نمودار ۱- اثر سطوح مختلف تراکم خاک بر روی عملکرد نی.

Fig. 1. The effect of different levels of soil compaction on cane yield.

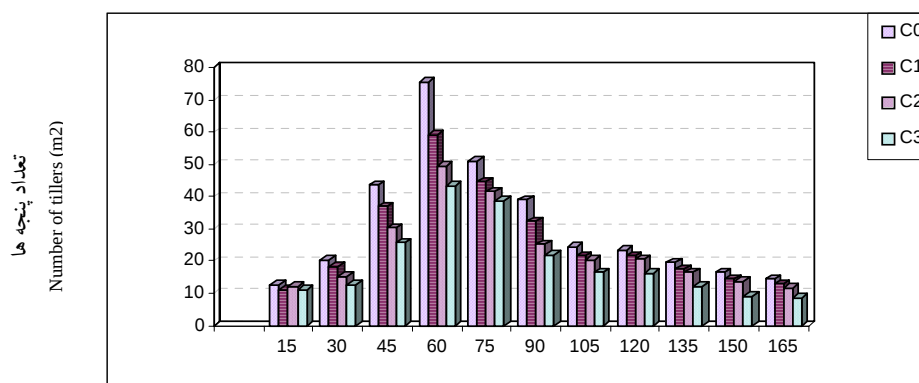


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک

Days After soil compaction treatment

نمودار ۲- طول ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد

Fig. 2. The height of stem as affected by different levels of soil compaction during growth period.

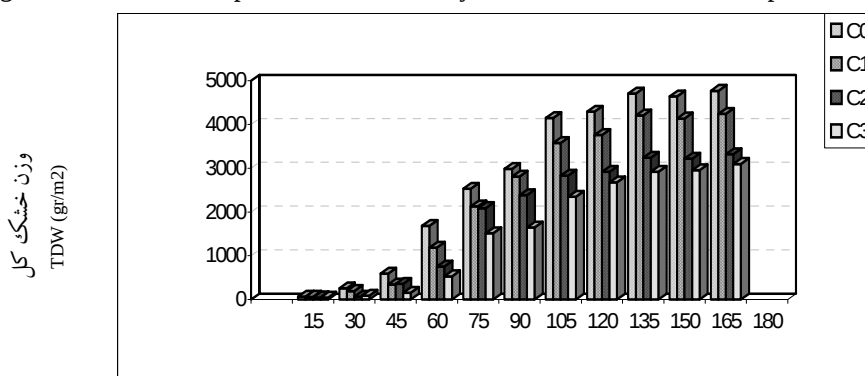


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک

Days after soil compaction treatment

نمودار ۳- تعداد پنجه ها در مترمربع تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 3. Number of tiller per 1m² as affected by different levels of soil compaction during growth period.

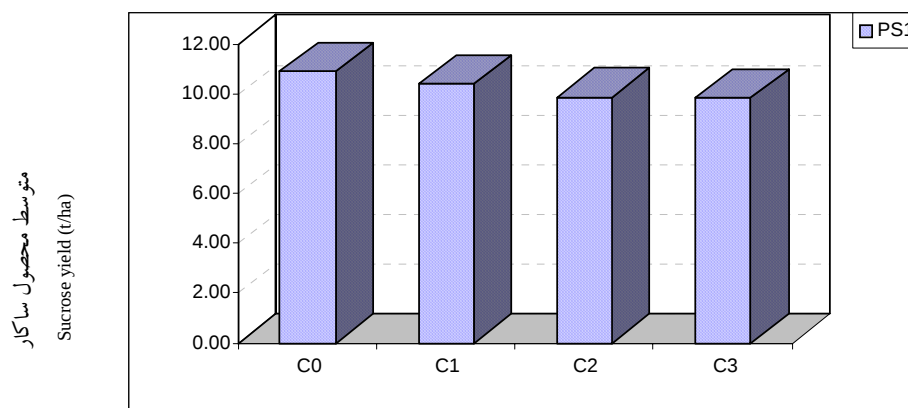


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک.

Days after soil compaction treatment.

نمودار ۴- وزن ماده خشک کل تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 4. The total yield dry weight as affected by different levels of soil compaction during growth period.

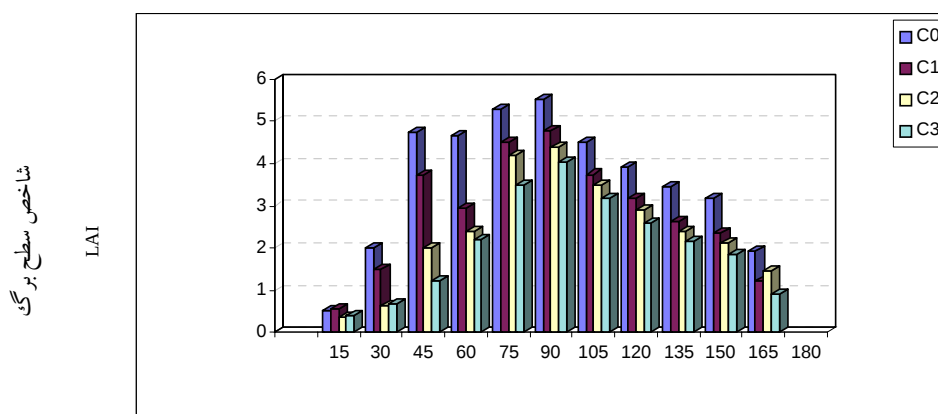


تیمار تراکم خاک

Soil compaction treatments.

نمودار ۵- اثر سطوح مختلف تراکم خاک بر روی عملکرد ساکارز.

Fig.5. The effect of different levels of soil compaction on sucrose yield.

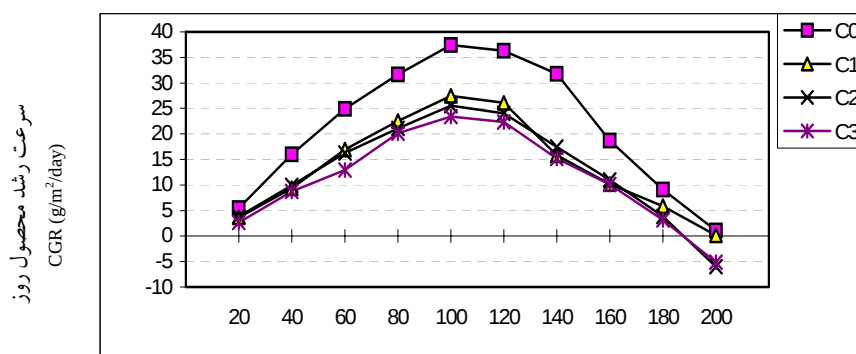


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک.

Days after soil compaction treatment.

نمودار ۶- تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 6. Leaf area index (LAI) as affected by different levels of soil compaction during growth period.

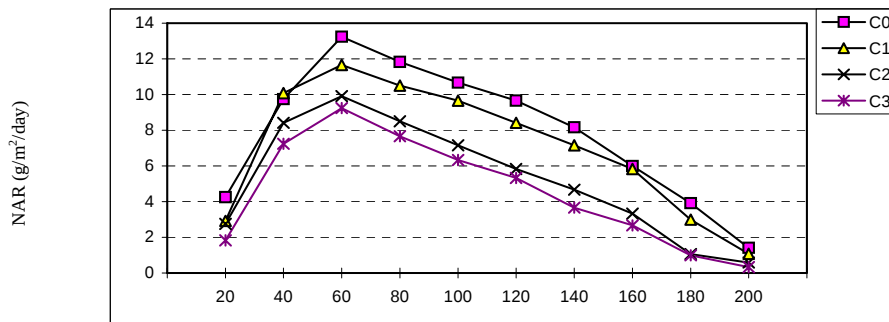


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک

Days after soil compaction treatment

نمودار ۷- تغییرات سرعت رشد محصول تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 7. Crop growth rate (CGR) as affected by different levels of soil compaction during growth period.

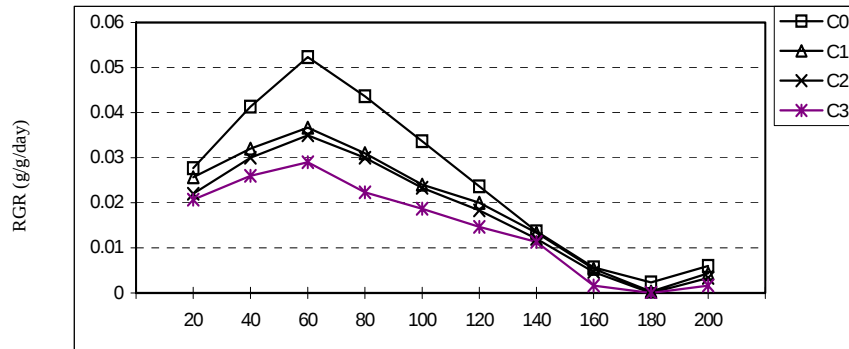


روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک.

Days after soil compaction treatment.

نمودار ۸- تغییرات سرعت جذب خالص تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 8. Net assimilation rate (NAR) as affected by different levels of soil compaction during growth period.



روزهای پس از اعمال تیمار تراکم خاک.

Days after soil compaction treatment.

نمودار ۹- تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تأثیر سطوح مختلف تراکم خاک در طول دوره رشد.

Fig. 9. Relative growth rate (RGR) as affected by different levels of soil compaction during growth period.

تراکم خاک می باشد.

بدینوسیله از آقایان مهندس آمیلی عضو محترم بهره برداری شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی که امکان اجرای این طرح تحقیقاتی را فراهم نمودند تشکر می شود. هم چنین از نظرات و راهنمایی های سودمند آقایان مهندس بنی عباسی ریاست محترم مرکز تحقیقات شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی و نیز مهندس آل کثیر ریاست محترم اداره مطالعات کاربردی واحد امام خمینی و مهندس انصاری

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می توان اظهار نظر کرد که تراکم خاک بر روی عملکرد کمی گیاه به شدت تأثیر گذاشته هر چند این تأثیر بر روی عملکرد کیفی از لحاظ آماری معنی دار نبود با این وجود با افزایش تراکم خاک خصوصیات کیفی کاهش مختصری پیدا می کند. تراکم خاک به روی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه نیز به شدت تأثیر گذاشته که این تأثیر ناشی از کاهش سطح برگ و وزن ماده خشک کل در اثر افزایش

References

- Ahmad H. and A. Paul. 1978 . Effects of subsoiling on soil physical conditions and sugarcane root distribution in Trinidad clay soil. Modification of soil structure PP.419 – 429.
- Bengough A.G. and I.M. Young. 1992. Root elongation of seedling peas through layered of different penetration resistances. Plant and Soil, **19**:139-149.
- Boone F.R. and B.W. Veen. 1993. Mechanisms of crop responses to soil compaction. Soil compaction in crop production. Soane B.D, and C, Van Ouwerkerk Elsevier Science.
- Cannell, R.Q. 1982. Soil aeration and compaction in relation to root growth and soil management. Appl. Biology **2**:1-89.
- Castillo , S.R. Dowdy, R.H. Bradford, J.M. and W.E. Larson. 1982. Effects of applied mechanical stress on plant growth and nutrient uptake. Agron. J. **74**:526-530.
- Drew, M.G. 1975. Comparison of the effects of localized supply of phosphate, nitrate ammonium and potassium in the shoot in barley. New Phytol.
- Eck, H.V. S.R. Winter and S.J. Smith. 1990. Sugar beet yield and quality in relation to residual beef feed lot waste. Agron. J. **82**:250-254.
- Gooderham, P.T. 1977. Some aspectes of soil compaction, root growth and crop yield, Agriculture Programm. **52**:33-44.
- Goss .M.J. 1976. Effects of mechanical impedance on root growth in barley Agricultural Research **16**:33-39.
- Greacen, E.L. 1986. Root response to soil mechanical properties. Trans. 13th Int Cong. Soil Science., 20-47.
- Harr, 1960. Proc. West Indies. Sugar Teach. 80-86.
- Hoffmann, C. and K. A. Jung. 1995. Growth and phosphorous supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. Plant and Soil, **176**:15-25.
- Imnan-Bamber, N.G. and J.M. Dejager. 1988. Effect of water stress on sugarcane stalk growth and quality. Sugar Technology Association.
- Meade, G.P. and J.C.F. Chen. 1977. Cane sugar handbook. John Wiley and Sons, NY.
- Monteith S. and H. Banath. 1965. Effects of soil compaction in root distribution Tropical Agriculture **42**:293-296.
- Nadian, H. Smith, S.E. Alston, A.M. R.S, Murray. 1996. The effect of compaction on growth and P uptake by *Trifolium subterraneum* : Interactions with mycorrhizal colonisation. Plant and Soil, **182**:39-49.
- Nadian H, S.E Smith, A.M. Alston, R.S. Murray, B.D, Siebert, 1998. Effects of soil compaction on phosphorous uptake and growth of *Trifolium subterraneum* colonized by four species of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. New phytologist. **139**:155-165.

- Rao S. and P. Narasimham. 1988. The effect of soil physical properties on growth and yield of sugarcane International J. of Tropical Agriculture, **6**:227-231.
- Rice, E.R. and, L.P. Hebert. 1972. Sugarcane variety tests in Florida during the 1971-72 season. USDA Agr. Res. Ser . S-2.
- SAS. 1990. SAS/STAT. Software. Version 6, First ed. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina .
- Sierp, H. and A. Brewig. 1985. Quantitative research on the water absorption zone of the roots. Jb. Wiss. Bot., **82**:99-122.
- Singh, P 1964. Effects of soil physical properties on yield sugarcane. Science and Culture, **30**:606 – 607.
- Swinford, J.M. and T.M.C Boevey.1984. The effects of soil compaction due to infield transport on ratoon cane yields and soil physical characteristics proces. After. Sug. Technol. Ass . 198-203.
- Taylor, H.M. and I.F, Ratliff. 1969. Root elongation rates of cotton and peanuts as a function of soil strength and water content. Soil Sci.,. **108**:113-119.
- Torres,J.S. and F. Villegas1992. Differentiation of soil compaction and cane stool damage.Sugarcane **1**:7-11
- Veen, B.W. 1989. Influence of oxygen deficiency on growth and function of plant roots. Plant and Soil, **111**:259– 266.
- Wood, K. 1985.Compaction of soil by agriculture equipment. Soil use and management. **1**:120–124.
- Yang,M. 1977. Reducing soil physical constraints under sugarcane” in” Sugarcane. Proc. 16th Congr ISSCT, 835– 847.

Effects of different levels of soil compaction on yield, yield components and sucrose in sugarcane cv. CP 48-103, in Khuzestan, Iran*

Sh. Lorzadeh¹, H. Nadian², A. Bakhshandeh³, G. Nour-Mohamadi⁴ and F. Darvish⁵

ABSTRACT

In order to investigate the effects of different levels of soil compaction on yield, yield components, and sucrose in sugarcane, cv. CP 48-103 an experiment was conducted during 2000-2001 in Khuzestan, Iran. The experimental design was a randomized complete block with 3 replications. The soil was compacted to different levels by a tractor. Penetrometer resistances of the soil were measured as 650, 1250, 2350 and 3250 kpa. The results of this study showed that compacting the soil to a penetrometer resistance of 650 kpa had no significant effect on cane yield. However, the yield of cane decreased as compaction of the soil was increased to a penetrometer resistance of 3250 kpa. A similar trend to that of cane yield was observed for plant height, number of tillers and total dry matter yield as soil compaction increased. Soil compaction to the rate of PR of 3250 kpa had no significant effect on purity and sucrose percentage, consequently, on sucrose yield. However, there was a decreasing trend in these qualitative characteristics. The results of this study also indicated physiological growth indices such as LAI, CGR, NAR and RGR decreased as the soil compaction increased was compacted from a penetrometer resistance of 650 kpa to 3250 kpa.

Key words: Soil compaction, Penetrometer resistance, Growth indices, Leaf area index (LAI), Sugar cane.

1- Scientific member I.A. Univ., Shushtar, Iran.

2 and 3, Assist. Prof. and Associ. Prof. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

4 and 5, Profs., Dept. of Agronomy, Science & Research Unit, I. A. Univ., Tehran, Iran.