نیشکر

نشریه علمی ترویجی جمعیت علمی فن آوری نیشکر ایران

شماره ۴۴ زمستان ۹۷

نهمین همایش ملّی فن آوران نیشکر ایران

مقالات این شماره:

- روند تغییرات عناصر غذایی خاک در تناوب های زراعی مختلف در شرایط کشت نیشکر
  فروتن بهادری سیرگانی
- ارزیابی بهره وری آب آبیاری در دو سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری فارو و مقایسه برخی صفات کمی و کیفی گیاه نیشکر رقم CP۶۹-۱۰۶۲
  الهام زنگنه یوسف آبادی، عبدعلی ناصری، عبدالرحیم هوشمند، سعید برومند نسب، حسین موذن رضامحله
- طراحی و جایگزینی سیستم انتقال ملاس بوسیله فشار هوا به جای پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای و مونوپمپ‌ها در فرایند تولید شکر از نیشکر
  نادر حدادی نیا، محمد زمان عطار نژادیان، شاهرخ سلیمانی
- ارزیابی روش های مکانیزه برداشت نیشکر به لحاظ فنی، اقتصادی و زیست محیطی با روش تحلیل مسیر
  کوروش اندکایی زاده، محمد رسول عفیفی، صادق نوروزی
- پیش‌بینی روند تغییرات شوری آب زیرزمینی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی بهینه شده
  عاطفه صیادی شهرکی، عبدعلی ناصری، سعید برومند نسب
- تعیین منحنی سرعت رشد محصول (CGR) نیشکر با استفاده از آزمایشات کراپ‌لاگ و کاربرد آن در تعیین زمان مصرف نهاده‌ها و تاریخ قطع آب آبیاری مزرعه
  آقاجان بهادری
- بهینه‌سازی تولید کمپوست غنی‌شده از بقایای گیاه نیشکر با استفاده از فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده کارخانه شکر
  حسین حاجی شرفی، شعبان زارعی، آرش عبدالملکی، داود رجبی، ناصر رحیمی

بسم الله الرحمن الرحیم

نشریه علمی- ترویجی
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران
زیرنظر وزارت علوم تحقیقات و فناوری
سال هشتم ● زمستان ۱۳۹۷ ● شماره ۴۴

فهرست

گزارش دبیر نهمین همایش ملی فن آوران نیشکر ایران ۱

روند تغییرات عناصر غذایی خاک در تناوب های زراعی مختلف در شرایط کشت نیشکر ۳
فروزان بهادری بیرگانی

ارزیابی بهره وری آب آبیاری در دو سیستم آبیاری قطره ای زیرسطحی و آبیاری فارو و مقایسه برخی صفات کمی و کیفی گیاه نیشکر رقم CP69-1062 .... ۱۲
ایهام زنگنه، یوسف ...، عبدعلی ناصری، عبدالرحیم هوشمند، سعید برومند نسب، حسین موذن رضامحله

طراحی و جانگیری سیستم انتقال خلائی بوسیله فشار هوا به جای پمپ‌های ... در فرایند تولید شکر از نیشکر ۱۶
نادر خدادی نیا، محمد زمان عطار ...، شاهرخ سبحانی

ارزیابی روش های مکانیزه برداشت نیشکر به لحاظ فنی، اقتصادی و زیست محیطی با روش تحلیل ۲۲
کوروش ابدکایی زاده، محمد رسول سمیعی، صادق نوروزی

[illegible] ۲۶
عاطفه صیادی شهرکی، عبدعلی ناصری، سعید برومند نسب

[illegible] (GIS) [illegible] ۳۳
افاحل بهادری

[illegible] ۴۱
حسن حاجی شرفی، شعبان زارعی، آرش عبدالملکی، داود رحیمی، ناصر رحیمی

آیا نیشکر می‌تواند منبع سوخت هواپیماها باشد؟ ۴۸
ترجمه - افشین آریز

خبر - ساخت کارخانه قند در کویر مصر ۵۱

معرفی کتاب ۵۱

هیات تحریریه:
دکتر سارا پورکیهان، مهندس افشین آریز، مهندس حسین موذن رضامحله
دکتر عبدعلی ناصری، دکتر موسی مسکرباشی،
مهندس حمیدرضا بهروان، مهندس سیروس جهرازی،
فرح شفیعی بافتی،

طراح و صفحه آرا:
مهندس علیرضا نجفی

نشانی دفتر نشریه:
اهواز، بلوار گلستان، سه راه گلستان، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، بلوک ۷، واحد ۸
کدپستی: ۶۱۳۴۸۱۱۱۶۹
تلفن: ۳۳۱۳۰۳۶۰-۰۶۱ تلفکس: ۳۳۱۳۰۲۵۹-۰۶۱
وب سایت: https://irssct.com
پست الکترونیک: irssct@gmail.com
info@irssct.com

مدیر مسئول:
مهندس افشین آریز
سردبیر:
دکتر سارا پورکیهان

صاحب امتیاز:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران
ناشر:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران

به آگاهی خوانندگان گرامی می‌رساندکه مطالب،آمار و ارقام و نقطه نظرهای ارائه شده در مقالات و گزارش‌های نشریه نیشکر، صرفاً نظر و دیدگاه نویسندگان مقاله بوده و به معنای تائید آنها نمی‌باشد. لطفاً نظرات و پیشنهادات خود را از طریق سایت جمعیت به آدرس WWW.IRSSCT.COM یا به پست الکترونیک IRSSCT@GMAIL.COM ارسال فرمایید. با تشکر
تحریریه نشریه نیشکر

نهمین همایش ملّی فن‌آوران نیشکر ایران و پنجمین نمایشگاه تخصصی نیشکر و صنایع جانبی

گزارش دبیر نهمین همایش ملی فن آوران نیشکر ایران

حسین موذن رضا محله

نهمیـن همایـش ملی فن آوران نیشـکر ایران و پنجمین نمایشـگاه تخصصی نیشـکر و صنایع وابسته، با شعار اشتغال پایدار و خودکفایی ماندگار در تاریخ ۱ و ۲ اسـفند ۱۳۹۷ در محل دانشـکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با اهداف فراهم آوردن فضای هم اندیشی و بحث علمی بین پژوهشـگران و اندیشمندان حوزه‌های مختلف علوم نیشـکر، ایجاد فرصت برای محققان، سیاسـت‌گذاران و دانشـجویان جهت ارائه دسـتاوردهای جدید علمی، پژوهشـی و فنـاوری، تبادل نظر و بررسـی پیرامون وضعیت صنعت شـکر ، معرفی توان و تجربه کشـت و صنعت ها برگزار خواهد گردید که تا کنون استقبال خوب و بی سـابقه ای از طرف متخصصین، محققین، شـرکت های نیشکری، شـرکت های جانبی و زنجیره ای نیشکر، شـرکت های تامین کننده نهاده های کشـاورزی مثل کود و سـم ، شـرکت های تامین کننده داخلی قطعات و دانشگاهیان عزیز از این همایش صورت گرفته است.

تـا کنـون قریب یکصد مقالـه علمی و متنوع از حـوزه های مختلف کشـاورزی، صنعت، مدیریت و ... به دبیرخانه همایش ارسـال شده و بنا به درخواست شرکت کنندگان، مهلت ارسال مقالات چندین نوبت تمدید گردید. که تمامی مقالات توسـط اسـاتید دانشگاه و محققین صنعت نیشـکر مورد داوری قرار گرفت و نتیجه داوری همراه با اظهار نظر کمیته داوری برای ارسـال کنندگان مقالات ارسـال خواهد شد. توضیح اینکه بسیاری از مقالات بسیار ارزشمند و در سطح بسیار بالای علمی هسـتند که تصمیم گیری را برای کمیته علمی همایش سخت کرده است، ولی از این که بیشتر متخصصان حوزه نیشکر و شرکتهای وابسته به امر تحقیقات توجه خاصی داشته اند به خود می بالیم. بیش از بیسـت غرفه در اختیار شـرکت های نیشـکری و صنایع وابسته و سایر شرکت های زنجیره ای تامین کننده نهاده ها جهت ارائه آخرین دستاوردهای خود قرار گرفته است.

جلسـه هم اندیشـی بین هیات مدیره جمعیت علمی فناوری نیشکر

ایران و مدیر عامل محترم شـرکت توسـعه نیشـکر و صنایع جانبی و مدیر روابط عمومی توسـعه نیشکر و مدیر دفتر مدیریت عامل شرکت توسـعه نیشـکر در تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۳۰ با موضوع برگـزاری نهمین همایش در محل دبیرخانه جمعیت تشـکیل گردیـد که جناب آقای دکتر شمیلی ضمن ارائه راهکارهای و رهنمودهای لازم، حمایت همه جانبه خود را از جمعیت علمی فناوری نیشکر ایران و برگزاری نهمین همایش اعلام نمودند و اوامر ارشادی را به همه دستگاه های اجرایی و مالی جهت برگزاری باشکوه تر این همایش صادر فرمودند.

اینجانب به نمایندگی از سـایر اعضا هیات مدیره از جناب آقای دکتر شـمیلی مدیرعامل محترم شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی که با حمایت جامع و کامل خود نسبت به حل مسائل و مشکلات جمعیت اهتمـام خاصی داشـتند و از حضور اعضاء حقوقی و حقیقی و سـایر مدعوین محترم که بزرگترین سـرمایه این جمعیت می باشـند تشکر می کنم. جایگاه علمی این جمعیت در داخل و خارج از کشور جایگاه

مناسـبی می باشـد و هدف اصلی این جمعیت افزایش دانش نیشکر اسـت و بیـش از نیـم قرن (۵۸ سـال) از حضور صنعت نیشـکر در ایران می گذرد و چه بسـیار تولید علم صورت گرفته و به اهداف خود نزدیک تر شدیم و هم اکنون مقدماتی فراهم شده که با استفاده از نظر اندیشمندان و بزرگان نیشکر در راستای حمایت از این صنعت و ایجاد امنیت غذایی در کشـور و اسـتان زرخیز خوزستان، قدمی نو و بزرگ برداشـته شـود. جمعیت علمی فن آوری نیشکر ایران با بوجود آوردن فضای تحقیقاتی بیشـتر در سطح کشت و صنعت اقدامات موثرتری را بوجود خواهد آورد و تاثیرات آن در صنعت نیشـکر نمایان خواهد شد و اینجانب هم آرزوی توفیق و سربلندی کلیه همکاران و اعضاء محترم جمعیت را از خداوند منان خواستارم.

عنوان مقاله:

روند تغییرات عناصر غذایی خاک در تناوب های زراعی مختلف در شرایط کشت نیشکر

Study of the variations of some nutrients in crop rotations under condition of sugarcane cultivation

نویسنده مسئول: فروتن بهادری بیرگانی
رییس اداره زراعت و گیاهپزشکی کشت و صنعت امیرکبیر
forootanb@gmail.com

چکیده:

به منظور ارزیابی تغییرات میزان کربن و مواد آلی، نیتروژن، فسـفر و پتاسـیم باقیمانده در خاک در شـرایط تناوب‌های زراعی مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ به مدت سه سال متوالی در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت نیشـکر امیرکبیر اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ده تناوب زراعی: ۱) گندم- شـبدر- نیشکر، ۲) کلزا- شـبدر- نیشکر، ۳) جو- شبدر- نیشـکر، ۴) سورگوم- شـبدر- نیشکر، ۵) شـبدر- ماش- نیشکر، ۶) شبدر- شبدر- نیشکر، ۷) شبدر- شبدر چین سوم- نیشکر، ۸) شبدر- سویا- نیشکر، ۹) شـبدر- ذرت- نیشکر و ۱۰) شاهد- شاهد- نیشکر بود. نتایج نشان داد روند تغییرات فسفر در سه سال اجرای آزمایش در هر دو عمق خاک تفاوت معنی‌داری نداشت اما میزان پتاسیم و کربن آلی خاک در سـال سـوم آزمایش کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس نشـان داد میزان فسفر، نیتروژن و کربن آلی در هر دو عمق خاک در تناوب‌های زراعی تفاوت معنی داری با هم داشـتند. همچنین پتاسیم در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری و نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۶۰-۳۰ سـانتیمتری در تناوب زراعی متفاوت بود. بیشـترین میزان باقیمانده نیتروژن، فسـفر و نسـبت کربن به نیتروژن بـه ترتیب در تناوب‌های زراعی شـبدر- شبدر- نیشکر، آیش- آیش – نیشکر و سورگوم- شبدر – نیشـکر مشاهده شد. بیشترین میزان نیشکر مربوط به تناوب زراعی شبدر- ماش – نیشکر و کمترین آن در تناوب آیش- آیش- نیشکر به دست آمد. بطور کلی نتایج عملکرد نشان داد استفاده از لگوم در تناوب با نیشـکر، مقـدار ازت خاک و عملکرد نیشـکر را افزایش خواهد داد.

واژگان کلیدی: فسفر، نیتروژن، شبدر، نیشکر، مواد آلی

Abstract

In order to evaluate the changes in the amount of carbon and organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium residues in soil under different crop rotation conditions, in a randomized complete block design with three replications and during the year of 16-2014 for three consecutive years in the field of Amir Kabirsugarcane Agro-Industry was executed.The experiment treatments consisted of ten alternatives: 1)wheat-clover-sugarcane; 2)rapeseed-clover-sugarcane;3)barley-clover-sugarcane;4)sorghum-clover-sugarcane;5)clover-vetch-sugarcane;6) clover-clover-sugarcane,7) clover -clover (third aftermath)- sugarcane, 8) clover-soybean - Sugarcane, 9) clover -corn -sugarcane, and 10) fallow -fallow- sugarcane.The results showed that there was no significant difference between the changes in phosphorus in three years of experiment at both soil depths, but the amount of potassium and organic carbon was decreased in the third year of experiment.The results of variance analysis showed that the amount of P, N and organic carbon content were significantly different in both soil depths in crop rotations.Also, Potassium was in 30-0 cm depth and C/Nratio at 60-30 cm depth in crop rotation were different. The highest amount of nitrogen, phosphorus and carbon to nitrogen ratios were observed in clover-clover- sugarcane, fallow-fallow-sugarcane and sorghum-clover-sugarcane.The highest amount of sugarcane was obtained from clover-vetch-sugarcanecrop rotation, and the lowest was found in fallow-fallow-sugarcane crop rotations.In general, the results showed that the use of legumes in rotation with sugarcanewould increase the amount of soil nitrogen and the sugarcane yield.

Keywords: phosphorus, nitrogen, clover, sugarcane

مقدمه

استان خوزستان یکی از تولید کنندگان نیشکر است و بیش از ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی اســتان زیر کشت نیشکر می‌باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). در سرتاســر دنیا تک کشتی نیشکر مرسوم است. این سیستم به تدریج موجب کاهش عملکرد وکم شدن حاصلخیزی خاک می‌گردد (Garside and Bell ۲۰۱۱; Shoko et al.۲۰۰۹,). نظام‌هــای تک کشتی با ایجاد شرایط نامطلوب بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی در خاک باعث کاهش میزان کربن آلی و عناصر غذایی موجود در خاک می‌گردد (ایک و اســتوارت، ۱۹۹۸) اما در یــک بوم نظام زراعی، انتخاب تناوب زراعی مناســب، مدیریت مناســب عملیات زراعی به خصوص شــخم، کاربرد مناسب کودهای شیمیایی و آلی، حفظ پوشش گیاهی و مدیریت صحیح بقایای گیاهی نقش تعیین کننده‌ای در میزان و پویایی عناصر معدنی و آلی داشته است (بالیان، ۱۹۹۷). مطالعات مختلف نشان داد تناوب به ویژه با کودهای سبز منجر به شکستن چرخه پاتوژن و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله مواد آلی خاک می‌گردد. (Calegari et al ;۲۰۱۳, Boddey et al ;۲۰۱۰, Caroliniet al ۲۰۰۸). مصرف کود شــیمیایی در تولید نیشــکر بســیار زیاد است به طوریکه میــزان مصــرف کــود نیتــروژن ۳۰۰ کیلوگــرم در هکتار می‌باشــد (کوچــک زاده و همکاران، ۱۳۹۲). اســتفاده از لگومها قبل از کشــت مجدد نیشــکر نه تنها موجب افزایش تنوع زیستی و کاهش موجوادت مضر خاک می‌گردد(Pankhurst et al ۲۰۰۵،۲۰۰۳;Shoko ،۲۰۰۹ and Zhou) بلکــه باعــث فراهــم آوردن نیتــروژن از طریق تثبیت بیولوژیکی می‌گــردد(Shoko and Tawira, ۲۰۰۷). مطالعاتی نیز در این زمینه انجام شده است به طوری که شوکو و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که کشت سویا همراه با مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن عملکرد نی بیشــتری تولید کرد و موجب صرفه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گردید. در مطالعه‌ای دیگر، کشــت ســویا در تناوب با نیشــکر ۳۰۱ کیلوگرم ازت در هکتار به نیتروژن ذخیره شــده خاک افزوده اســت (Park et al ,۲۰۱۰). کشت لگومها به عنوان کود سبز قبل از کاشــت نیشکر، حداقل در دو دوره رشد نیشکر موجب افزایش عملکرد شکر می‌گردد (Ambrosano et al، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه ســطح زیادی از اراضی خوزســتان زیر کشت نیشکر می باشــد و کشــت مداوم نیشــکر، علاوه بر افزایش مصرف کودهای شــیمیایی باعث کاهش تنوع زیســتی و کمبــود عناصر غذایی خاک شده اســت. از این رو، یافتن مناسب‌ترین تناوب زراعی با هدف بهبود حاصلخیزی خاک زراعی در دراز مدت و افزایش انعطاف‌پذیری سیستم به نحوی که قابلیت پذیرش گیاهان جدید مطابق شرایط کشت نیشکر باشــد ضروری می‌باشــد. در نتیجه این مطالعه با هدف ارزیابی شرایط عناصــر غذایی باقیمانده در خــاک در تناوب‌های زراعی و تاثیر آنها بر عملکرد نیشکر در طی دوره سه ساله اجرا شد.

مواد و روشها

این مطالعه با هدف ارزیابی تغییرات میزان کربن و مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم باقیمانده در خاک در شرایط تناوب‌های زراعی مختلف، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ســه تکرار و طی ســال‌های ۹۵-۱۳۹۳ به مدت سه سال متوالی در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر اجرا شــد. تیمارهای آزمایش شامل ده تناوب زراعی: ۱) گندم- شــبدر- نیشــکر، ۲)کلزا- شبدر- نیشکر، ۳) جو- شبدر- نیشــکر، ۴) سورگوم- شــبدر- نیشکر، ۵) شــبدر- ماش- نیشکر، ۶) شبدر- شبدر- نیشکر، ۷) شبدر- شبدر چین سوم- نیشکر، ۸) شبدر- سویا- نیشکر، ۹) شبدر- ذرت- نیشکر و ۱۰) شاهد- شاهد- نیشکر بود. برای اجرای آزمایش، مزرعه‌ای در نظر گرفته شــد که در آن نیشــکر برای آخرین بازرویی برداشــت شــده بود. قبل از اجــرای آزمایش به منظــور تعیین خصوصیات فیزیکی و شــیمیایی خاک از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ ســانتی متــر نمونــه برداری انجــام گرفــت و نتایج آن در جدول ۱ نشــان داده شده اســت. عملیات آماده‌سازی زمین شامل ۲ بار دیســک سنگین، شخم با اســتفاده از گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰ ســانتی متر و عملیات تکمیلی شــامل دیسک و ماله انجام گردید و بــرای هر محصول عملیات تهیه زمیــن مخصوص آن صورت گرفت. عرض پلات ۵ متر و طول هر کرت ۱۰ متر می‌باشــد. قبل از کاشــت و با توجه به نتایج آزمون خاک کودهای شــیمیایی به خاک داده شد. منابع کودی برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب شامل اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بود. کود اوره در ابتدای کشــت به همراه کودهای ســوپر فســفات تریپل و سولفات پتاسیم با خاک مخلوط و مابقی کود اوره به صورت سرک در دو مرحله ابتدای ساقه‌دهی و گلدهی گیاه مصرف گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتیمتر)	PH	Na^{+} (me.l⁻¹)	هدایت الکتریکی dSm^{-1}	N (٪)	OC (%)	فسفر ($mgkg^{-1}$)	پتاسیم ($mgkg^{-1}$)
۰-۳۰	۸/۵	۲/۷۵	۱/۲۷	۰/۱۱	۰/۷۰	۶/۲	۱۵۵
۳۰-۶۰	۸/۳	۳/۹۵	۱/۴۵	۰/۴۲	۰/۶۱	۵/۹۸	۱۴۲

عملیات کاشــت، داشــت و برداشــت کلیه محصولات مطابق مرسوم منطقه و توصیه مدیریت تحقیقات کشاورزی استان صورت گرفت. در محصولات دانه‌ای تابستانه مانند ذرت، سویای دانه‌ای و ماش، تنها بذر از مزرعه خارج شد و کلیه بقایاء در مزرعه باقی ماند. در محصولاتی که به عنوان کود ســبز کاشته شدند. در ابتدای دوره پر شدن دانه، بعد از چاپر کردن، اندام هوایی آنها توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. در تیمار هفتم پس از برداشــت دو چین شبدر، چین سوم به عنوان کود سبز با خاک مخلوط شد. ارقام مورد استفاده شامل گندم رقم چمران، کلزا رقم هایولا ۴۰۱، جو رقم کارون، ســورگوم رقم پگاه، شبدر از نوع شبدر برسیم، ســویا رقم ۵۰۴، ذرت رقم سینگل گراس ۷۰۴ و ماش رقم پرتو بود.

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی در طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۳

سال	درجه حرارت (سانتیگراد)			رطوبت نسبی (٪)			تبخیر (میلیمتر)	بارندگی (میلیمتر)
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین		
۱۳۹۳	۱۶/۷۶	۳۲/۳۲	۲۵/۰۶	۲۷/۰۸	۷۰/۱۷	۴۸/۶۷	۳۱۴۵/۵۷	۹۵/۴۰
۱۳۹۴	۱۶/۶۹	۳۳/۰۳	۲۴/۹۸	۲۹/۲۵	۷۲/۸۳	۶۸/۵۸	۲۵۳۵/۸۰	۱۸۶/۲۰
۱۳۹۵	۱۵/۸۲	۳۱/۱۵	۲۴/۲۶	۲۵/۳۳	۶۹/۴۲	۹۰/۰۸	۲۶۵۰/۵۰	۶۹/۴۰

نمونه‌برداری از خاک توســط اوگر پس از برداشــت هر محصول در هر ســال از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ ســانتی‌متــر از کرت‌های آزمایش انجــام شــد و برای هر تیمار آزمایشــی بــه طور جداگانــه نمونه‌های مرکــب از پنــج نمونه تصادفی تهیــه و برای انجام تجزیــه های لازم به آزمایشــگاه ارســال شــد. در این آزمایش، نیتروژن خاک به روش کجلــدال(Bremner ۱۹۹۶)، فســفر قابــل جذب بــه روش اولن (Westerm، ۱۹۹۰)، پتاسیم قابــل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیم (Jackson، ۱۹۷۵)، کربن آلی به روش والکلی- بلک یــا به روش اکسیداســیون تــر (Walkley and Black، ۱۹۳۴) و بافت خاک به روش هیدرومتری انجام گردید. داده‌هــا بــا نــرم افــزار آمــاری SAS (SAS Institute ۲۰۰۱)، با اســتفاده از دســتور PROC GLM آنالیــز شــدند. بعــد از تعیین همگنــی واریانس‌ها و نرمال بــودن داده‌ها، تجزیه مرکب انجام شــد (Shapiro and Wilk ۱۹۶۵ ; Burr and Foster ۱۹۷۲). مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد (SAS Institute ۲۰۰۱).

نتایج و بحث:

۱- روند تغییرات فسفر خاک

فســفر از جمله فاکتورهایی اســت کــه در حاصلخیــزی خاک نقش عمــده‌ای داشــته و از عناصر پــر مصرف ضروری برای رشــد گیاه به حســاب می‌آید. در خاکهای آهکی ایران که در اقلیم خشــک و نیمه خشک‌اند، وجود PH بالا، درصد زیاد کربنات کلسیم، کمی مواد آلی

و خشکی خاک باعث شده‌اند که مقدار قابل جذب فسفر کمتر از مقدار لازم برای تأمین رشد بهینه اکثر محصولات کشاورزی باشد (سلیم‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج این مطالعه نشان داد که روند تغییرات میزان فسفر در سه سال اجرای طرح بر اساس تجزیه واریانس، چه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری و چه در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، دارای تفاوت معنا داری نبوده است و مقدار فسفر تقریباً ثابت باقی مانده است (جدول ۳). همچنین طی این سه سال میزان فسفر خاک سطح الارض دارای تغییرات محدود بوده است به گونه‌ای که پس از افزایش در سال دوم، در سال سوم دچار کاهش گردیده است؛ خاک عمقی نیز روندی مشابه خاک سطح الارض داشته است و پس از افزایش در سال دوم، در سال سوم دچار کاهش گردیده است اما تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار (۰/۰۱>p) نبوده است (جدول۴). عدم تغییر معنی‌دار در میزان فسفر را می‌توان به استفاده از کود سوپرفسفات تریپل نسبت داد. در پژوهشی که زارع فیض آبادی و نوری حسینی (۱۳۹۲) انجام دادند. میزان فسفر در پایان دوره تناوب زراعی به مقدار معنی‌داری افزایش داشته است. ایشان علت افزایش فسفر در پایان پنج دوره تناوب زراعی را مصرف کود سالانه، عدم تحرک پذیری فسفر در خاک و همچنین تراکم سیستم ریشه‌ای بیان کردند که منجر به عدم جذب کامل فسفر خاک گردیده است. علت تفاوت در نتایج را می‌توان به متغیر بودن گیاهان استفاده شده در تناوب زراعی، تفاوت سیستم ریشه‌ای گیاهان و نوع خاک نسبت داد.

در بررسی تیمارهایی که تحت تاثیر تناوب زراعی بوده‌اند، اختلاف معنی داری (۰/۰۱>p) در میزان فسفر در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری مشاهده گردید (جدول ۳). زارع فیض آبادی و نوری حسینی (۱۳۹۲) نیز در کرت‌های تحت تناوب زراعی مختلف، اختلاف معنی‌داری(۰/۰۵>p) در مقادیر فسفر خاک مشاهده کردند.

در بین تناوب‌های زراعی مختلف در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بیشترین میزان فسفر مربوط به تناوب آیش- آیش- نیشکر بوده است و کمترین میزان فسفر مربوط به تناوب شبدر- سویا- نیشکر می‌باشد (جدول۴). علاوه بر جذب تدریجی فسفر به صورت ترکیبات نامحلول در خاک، از آنجا که نیشکر گیاهی با نیاز غذایی بالا می‌باشد لذا وجود کشت‌های قبل از آن منجر به برداشت فسفر خاک گردیده و در طی سه سال، علی رغم استفاده از کود، اندوخته فسفر خاک تخلیه گردیده است اما در شرایط آیش میزان فسفر خاک کمتر دچار تغییر شده است. استفاده از کودهای شیمیای حاوی فسفر بلاخص سوپرفسفات‌ها که یکی از شیوه‌های رایج جبران کمبود این عنصر غذایی در خاک به شمار می‌رود، در خاک‌های آهکی و قلیایی چندان کارآمد نیست. زیرا قسمت اعظم فسفر موجود در کود، پس از ورود به خاک به تدریج به ترکیبات نامحلول تبدیل شده و به صورت غیرقابل استفاده گیاه در خاک ذخیره می‌گردد، به طوری که بازده کودهای فسفری در خاک‌های آهکی و قلیایی از ۲۰ درصد تجاوز نمی‌کند (isdale et al ۱۹۹۳). وجود تناوب آیش در بین کشت‌های مختلف می‌تواند منجر به حفظ فسفر قابل دسترس خاک گردیده و فسفر مورد نیاز کشت بعد را تا حدی تامین کند. تناوب زراعی کلزا- شبدر چین سوم- نیشکر نیز بیانگر این مساله بود که کود سبز حاصل از برگرداندن شبدر چین سوم، توانایی بازگرداندن فسفر از دست رفته به خاک را نداشته است. بهرامی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی درصد فسفر اندام هوایی گندم، ذرت، نیشکر، یونجه، لوبیا و ماش تفاوت معناداری مشاهده نکردند. با توجه به عدم متحرک بودن فسفر در خاک و جذب آن توسط ترکیبات نامحلول، میزان فسفر در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری به مراتب کمتر از خاک سطحی بوده است. در این عمق نیز بیشترین میزان فسفر متعلق به تناوب زراعی آیش- آیش- نیشکر بوده است. همچنین کمترین میزان فسفر مربوط به شبدر- شبدر چین سوم- نیشکر بوده است (جدول۴).

۲- روند تغییرات نیتروژن خاک

نیتروژن یکی از سه عنصر پر مصرف اصلی است که فعالیت‌های متعددی در گیاه انجام می‌دهد و مقدار آن به صورت قابل جذب در طبیعت بسیار ناچیز بوده و بایستی به صورت کود به خاک اضافه گردد. نقش نیتروژن در گیاه شامل رشد رویشی، تشکیل بافت‌های گیاهی، مشارکت درساختار پروتئین‌ها و کلروفیل و افزایش مقاومت گیاه به امراض می باشد (زهتابیان و همکاران،۱۳۸۴). نتایج این بررسی نشان داد که روند تغییرات نیتروژن در سه سال

اجرای طرح براساس تجزیه واریانس، در عمق های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری خاک، دارای تفاوت معناداری در سطح یک صدم بوده و مقدار نیتروژن تغییر کرده است (جدول ۳). میزان تغییرات نیتروژن خاک سطحی نیز دارای تغییرات معنی داری بوده است به گونه‌ای که پس از افزایش در سال دوم، در سال سوم دچار کاهش گردیده است. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در سال دوم تغییری در میزان نیتروژن رخ نداده است اما در سال سوم میزان آن دچار کاهش گردیده است و تفاوت میانگین ها معنی دار بوده اند (جدول۴). این نتایج با یافته‌های عدالت و همکاران (۱۳۸۵) نیز منطبق می باشد. افزایش جزئی میزان نیتروژن در سال دوم را می‌توان به علت اضافه کردن کود اوره به خاک در نظر گرفت اما در سال آخر به دلیل کشت نیشکر که گیاهی پر نیاز است مقدار نیتروژن در سطح معنی‌داری کاهش یافته است. در بررسی تیمارهایی که تحت تاثیر تناوب زراعی بوده اند، اختلاف معنی‌داری (۰/۰۱>p) در میزان نیتروژن در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مشاهده گردید (جدول ۳). در بین تناوب‌های زراعی مختلف در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بیشترین میزان نیتروژن مربوط به تناوب شبدر- شبدر- نیشکر بوده است و کمترین میزان نیتروژن مربوط به تناوب سورگوم- شبدر- نیشکر می‌باشد (جدول ۴). گیاهان پوششی لگومینوز به دلیل توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بسیار مورد توجه هستند. از نظر بیولوژیکی نیتروژن تثبیت شده از طریق ریشه‌ها در خاک انتقال داده می‌شود و بعداً در طول فرایند تجزیه بقایا بعد از مخلوط شدن در خاک به طور تدریجی آزاد می‌شود. بنابراین گیاهان پوششی لگومینوز توانایی افزایش حاصلخیزی خاک را دارند و نیتروژن را برای گیاهان بعدی فراهم می‌کنند (شمس الدین و همکاران، ۱۳۹۶). از آنجا که شبدر از لگومینوز ها می‌باشد و به دلیل تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم در ریشه شبدر، میزان نیتروژن پس از دو کشت پیاپی شبدر بالاتر از سایر تناوب‌ها بوده است و علی رغم برداشت بالای نیتروژن توسط نیشکر، همچنان میزان نیتروژن بالا باقی مانده است. Hemwong و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که عملکرد نیشکر بطور مثبتی تحت تاثیر بقایای نیشکر قرار می‌گیرند و بقایای لگومینوزهای چون بادام زمینی و سویا، باعث افزایش جوانه زنی نیشکر و عملکرد نی خواهند شد. در بین تناوب‌های زراعی مختلف در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز بیشترین میزان نیتروژن مربوط به تناوب زراعی شبدر- شبدر- نیشکر بوده است و کمترین میزان نیتروژن مربوط به تناوب سورگوم- شبدر- نیشکر می باشد. ویدن فیلد (۱۹۹۸) در بررسی تاثیر گیاهان قبلی (شامل سورگوم، پنبه، ذرت، سویا) در تناوب کشت نیشکر و تاثیر کود نیتروژن بر آن، مشخص کرد که سورگوم و ذرت نسبت به پنبه و سویا مقدار ذی توده بیشتری به خاک باز می‌گردانند.

۳- روند تغییرات مواد آلی، کربن آلی و نسبت C:N خاک

مواد آلی خاک تجمعی از بقایای تا حدی پوسیده و تا حدی سنتز شده حیوانات و گیاهان است (بوهن و همکاران، ۱۳۸۶). افق آلی خاک به عنوان مؤثرترین عامل پایداری اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی، لایه محافظ خاک در برابر فرسایش، تنظیم کننده درجه حرارت، فراهم کننده رویشگاه و مواد غذایی برای موجودات خاکزی، مکان اصلی معدنی شدن عناصر غذایی (Neary et al ۱۹۹۹) ذخیره گاه عناصر غذایی و تنظیم کننده تبادل آنها بین گیاه و میکرو ارگانیزم‌ها، پایداری ساختمان خاک و تشکیل خاکدانه می باشد (Verma and Jaykumar ۲۰۱۲). نتایج این بررسی نشان داد که روند تغییرات مواد آلی و کربن آلی خاک در سه سال اجرای طرح بر اساس تجزیه واریانس، در عمق های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، دارای تفاوت معنی‌داری (۰/۰۱>p) بوده است (جدول ۳). روند تغییرات مواد آلی و کربن آلی خاک سطحی نیز دارای تغییرات معنی‌داری در سال سوم بوده است (جدول ۴)؛ در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری نیز در سال دوم تغییری در میزان کربن آلی و مواد آلی خاک رخ نداده است اما در سال سوم میزان آن دچار کاهش گردیده است و تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار بوده‌اند. زارع فیض آبادی و نوری حسینی (۱۳۹۲) نیز پس از دو دوره تناوب زراعی در سال سوم مشاهده کردند که میزان کربن آلی خاک به میزان معنی‌داری کاهش داشته است. علی رغم استفاده از کود آلی، میزان کربن آلی خاک در سال سوم کاهش معنی‌دار داشته است که علت آن را می‌توان به تولید بالای محصولات و عدم بازگشت کامل بقایای گیاهی به خاک نسبت داد.

در بررسی تیمارهایی که تحت تاثیر تناوب زراعی بوده‌اند، اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۱) در میزان کربن آلی در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری مشاهده گردید اما در مورد مواد آلی در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۳). در تناوب‌های زراعی مختلف در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بیشترین میزان کربن آلی مربوط به تناوب آیش- آیش- نیشکر بوده است و کمترین میزان کربن آلی مربوط به تناوب شبدر- شبدر سه چین- نیشکر می‌باشد (جدول ۴).

در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز بیشترین میزان کربن آلی مربوط به تناوب شبدر- ذرت- نیشکر بوده و کمترین میزان کربن آلی مربوط به شبدر- شبدر- نیشکر بوده است (جدول ۲).

میزان مواد آلی خاک در تناوب های زراعی مختلف درعمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در تناوب گندم- شبدر- نیشکر بیشترین و در تناوب شبدر- شبدر سه چین- نیشکر کمترین میزان بوده است. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز بیشترین میزان مواد آلی مربوط به تناوب آیش- آیش- نیشکر بوده و کمترین میزان کربن آلی مربوط به شبدر- شبدر- نیشکر بوده است.

نتایج نشان داد که روند تغییرات نسبت C:N خاک در سه سال اجرای طرح بر اساس تجزیه واریانس، در عمق های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، دارای تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۱) بوده است (جدول ۳). اما روند تغییرات نسبت C:N خاک سطحی دارای تغییرات معنی‌داری در سال سوم نسبت به سال اول نبوده است. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در سال سوم نسبت به سال اول تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار بوده‌اند (جدول۴). علت کاهش میزان کربن آلی خاک را می توان به افزودن کود نیتروژن و در نتیجه کاهش نسبت C:N خاک در سال دوم دانست که در نتیجه آن فعالیت ریزجانداران افزایش یافته و کربن آلی بیشتری مصرف گردیده است. اما در سال سوم علی رغم کاهش نیتروژن و کربن آلی خاک، مواد آلی تغییری نداشته و نسبت C:N افزایش نیز داشته است.

کاه و کلش غلات و همچنین نیشکر از جمله بقایای آلی مهمی هستند که عمدتاً دارای نسبت C:N بزرگتر از ۳۰ هستند، در این حالت میزان تثبیت نیتروژن توسط توده میکروبی بیشتر از معدنی شدن آن است و باعث کمبود نیتروژن در گیاه کشت شده خواهد بود (محمودی و حکیمیان، ۱۳۷۹، بهرامی و همکاران، ۱۳۹۱).

۴- روند تغییرات پتاسیم خاک

پتاسیم از فاکتورهای اصلاحی خاک می‌باشد که در حاصلخیزی آن نقش دارد. یکی از راه‌های برگرداندن پتاسیم به طبیعت آتش زدن بقایای گیاهی زراعی می‌باشد که در برخی نقاط کشور صورت می‌گیرد. در مجموع مقدار پتاسیم در خاک‌های ایران دچار کمبود فاحشی نمی‌باشد اما به دلیل برداشت بی رویه ممکن است اختلافاتی در اراضی ایجاد شود (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۴). تجزیه آماری میزان پتاسیم خاک نشان داد که روند تغییرات پتاسیم خاک در سه سال اجرای طرح بر اساس تجزیه واریانس، در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، دارای تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۱)بوده است (جدول ۳). روند تغییرات پتاسیم به گونه‌ای بوده است که در سال سوم مقدار آن به طرز چشم‌گیری کاهش داشته است. علت کاهش پتاسیم در سال سوم را می‌توان به نیاز بالای نیشکر به پتاسیم و تثبیت پتاسیم در خاک نسبت داد. روند تغییرات پتاسیم در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری دارای تغییرات معنی‌داری در سال سوم بوده است اما در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری تغییرات معنی‌دار نبوده است (جدول ۴). در بررسی تناوب‌های زراعی مختلف مشخص شد که مقادیر پتاسیم باقیمانده تحت تناوب‌های زراعی متفاوت در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری، اختلاف معنی داری (p<۰/۰۱) با یکدیگر داشته اند اما در عمق ۶۰-۳۰سانتی متری تغییرات معنی دار نبوده اند. در تناوب‌های زراعی مختلف در عمق ۳۰-۰ سانتی متری بیشترین میزان پتاسیم مربوط به تناوب کلزا- شبدر- نیشکر بوده است و کمترین میزان پتاسیم مربوط به تناوب سورگوم- شبدر- نیشکر می‌باشد. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز بیشترین میزان پتاسیم مربوط به تناوب کلزا- شبدر- نیشکر بوده و کمترین میزان پتاسیم مربوط به سورگوم- شبدر- نیشکر بوده است (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تناوب زراعی بر ویژگی خاک در طی دوره سه ساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	فسفر		پتاسیم		نیتروژن		کربن آلی		نسبت کربن به نیتروژن		مواد آلی	
		۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰
سال	۳	۰/۶۷ns	۰/۶۳ns	۵۱۷۵/۷**	۳۸۴۱/۹**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۳**	۰/۰۱**	۵/۰۸**	۱۲/۶۲**	۰/۱۱**	۰/۰۲۳**
تکرار	۶	۰/۱۱	۰/۲۷	۲۰/۲۶	۳۱۳/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۱/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۱۵
تناوب	۹	۵/۴۱**	۰/۷۴**	۱۲۸۵/۱**	۳۶۳/۲ns	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۲**	۰/۰۰۴**	۲۴/۸۶ns	۶/۲۹**	۰/۰۱ns	۰/۰۰۶ns
سال×تناوب	۱۸	۱/۶۳ns	۰/۱۹ns	۵۵۹/۴**	۳۲۰/۲ns	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۱ns	۴/۲ns	۰/۷۰ns	۰/۰۲ns	۰/۰۱
خطا	۵۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۸۹/۱۸	۲۵۶/۴	۰/۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۴۹	۱/۰۰	۰/۰۱ns	۰/۰۰۴ns
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۲۲	۸/۳۵	۵/۹۷	۱۰/۱۵	۴/۸۹	۷/۲۹	۵/۸۵	۵/۰۶	۶/۴۶	۸/۴۳	۷/۸۱	۵/۴۳

*،** و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تناوب‌های زراعی مختلف بر ویژگی‌های مختلف خاک

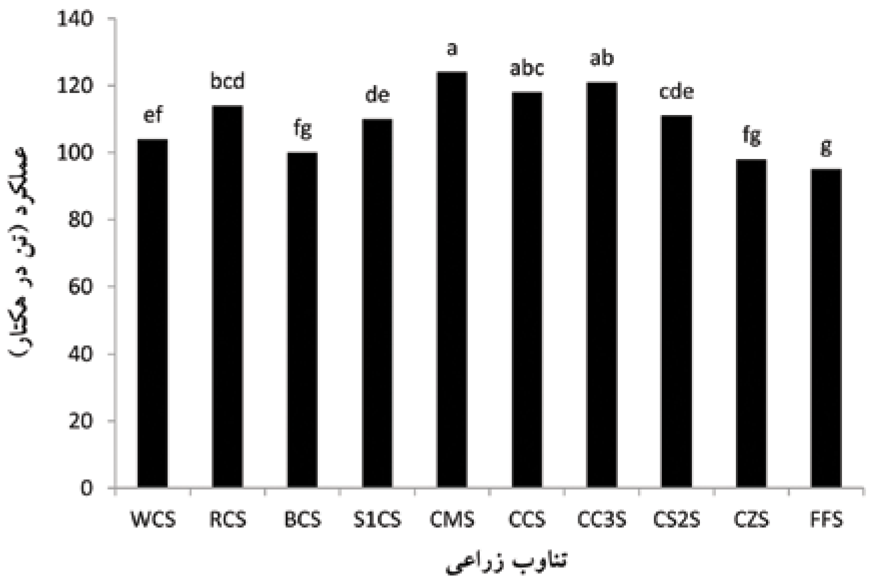
تیمارهای آزمایشی	فسفر (میلی گرم بر		پتاسیم (میلی گرم بر		نیتروژن(میلی گرم بر		کربن آلی(٪)		نسبت کربن به نیتروژن		مواد آلی (٪)	
	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰	۳۰-۰	۶۰-۳۰
تناوب												
WCS	۷/۳۳b	۶/۴۰ab	۱۶۲/۰۰bc	۱۶۲/۲۲a	۰/۰۷۷e	۰/۰۶۰bd	۰/۹۲ab	۰/۷۴ac	۱۲/۰۴c	۱۲/۴۶ab	۱/۵۲a	۱/۲۷a
RCS	۷/۰۹bc	۶/۰۸ac	۱۷۸/۰۰a	۱۶۸/۰۰a	۰/۰۸۵c	۰/۰۶۰bd	۰/۸۳ c	۰/۷۲bc	۹/۸۷e	۱۲/۰۴ac	۱/۴۷a	۱/۲۵a
BCS	۶/۷۲cd	۶/۱۶ac	۱۵۱/۴۴cd	۱۴۹/۳۳a	۰/۰۷۶e	۰/۰۵۸cd	۰/۸۷ac	۰/۷۵ab	۱۱/۶۴d	۱۲/۹۵a	۱/۴۹a	۱/۲۷a
S۱CS	۷/۲۹b	۶/۱۴ac	۱۳۹/۳۳d	۱۴۸/۷۸a	۰/۰۶۱f	۰/۰۵۶d	۰/۸۴c	۰/۷۰cd	۱۳/۷۲a	۱۲/۷۰a	۱/۴۴a	۱/۲۵a
CMS	۶/۴۶d	۵/۸۰ac	۱۴۹/۰۰cd	۱۵۴/۵۶a	۰/۰۹۰b	۰/۰۶۶ab	۰/۸۲c	۰/۷۱bc	۹/۱۳f	۱۰/۸۶cd	۱/۴۷a	۱/۲۶a
CCS	۶/۵۴d	۵/۸۶ac	۱۶۵/۳۳b	۱۶۴/۵۶a	۰/۰۹۲a	۰/۰۶۷a	۰/۸۳c	۰/۶۹d	۸/۹۳f	۱۰/۴۵d	۱/۴۴a	۱/۲۱a
CC۲S	۶/۵۹cd	۵/۷۶bc	۱۷۱/۶۷ab	۱۶۱/۷۸a	۰/۰۸۳c	۰/۰۶۴ac	۰/۸۰c	۰/۷۱bc	۹/۶۹e	۱۱/۱۰bd	۱/۴۰a	۱/۲۲a
CS۲S	۶/۲۶d	۵/۶۲c	۱۶۴/۲۲b	۱۵۶/۰۰a	۰/۰۹۰b	۰/۰۶۱ad	۰/۸۶bc	۰/۷۱bc	۹/۶۵e	۱۱/۶۹ad	۱/۴۵a	۱/۲۲a
CZS	۶/۶۵cd	۵/۹۰ac	۱۵۰/۶۷cd	۱۵۸/۰۰a	۰/۰۷۵e	۰/۰۶۲ad	۰/۹۲ab	۰/۷۶a	۱۲/۶۶b	۱۲/۴۹ab	۱/۵۰a	۱/۲۵a
FFS	۸/۹۵a	۶/۵۱a	۱۵۰/۰۰cd	۱۵۴/۴۴a	۰/۰۷۹d	۰/۰۶۳ad	۰/۹۴a	۰/۷۴ac	۱۱/۸۳cd	۱۱/۸۷ad	۱/۵۱a	۱/۲۹a
سال												
سال اول	۷/۰۵ a	۶/۱۰a	۱۶۵/۷a	۱۶۴/۴a	۰/۰۸۲b	۰/۰۶۴a	۰/۸۸a	۰/۷۴a	۱۱/۰۷a	۱۱/۴۵b	۱/۵۰a	۱/۲۶a
سال دوم	۷/۰۹a	۶/۱۱a	۱۶۵/۸a	۱۶۴/۲a	۰/۰۸۵a	۰/۰۶۴a	۰/۸۷a	۰/۷۳a	۱۰/۴۵b	۱۱/۴۹a	۱/۵۰a	۱/۲۶a
سال سوم	۶/۸۱a	۵/۸۵a	۱۴۳b	۱۴۴/۷b	۰/۰۷۵c	۰/۰۵۶b	۰/۸۲b	۰/۶۹b	۱۱/۲۳a	۱۲/۶۴a	۱/۳۹b	۱/۲۱b

درهرستون و تیمارمیانگین‌های که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با همدیگراختلاف معنی داری ندارند.

W= گندم، C= شبدر، S= نیشکر، R= کلزا، B= جو، S۱= سورگوم، M= ماش، C۲= شبدر چین سوم، S۲= سویا، Z= ذرت و F= آیش

۵- میزان عملکرد نیشکر

استفاده از تناوب زراعی در کشت نیشکر در طول سه سال منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار در عملکرد نیشکر گردیده است (جدول ۳). نتایج نشان دادکه بیشترین میزان عملکرد به ترتیب مربوط به تناوب‌های زراعی شبدر- ماش- نیشکر و شبدر- شبدر سه چین-نیشکر به ترتیب با ۱۲۴ و ۱۲۱ تن در هکتار بوده است. همچنین کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به تناوب های زراعی آیش- آیش- نیشکر و شبدر- ذرت- نیشکر به ترتیب با ۹۵ و ۹۸ تن در هکتار بوده است (شکل ۱). نتایج همچنین نشان داد که نوع گیاه کاشته شده قبل از نیشکر تفاوت معنی‌داری در میزان عملکرد نیشکر خواهد داشت. تاثیر لگومینوزها در عملکرد بالای نیشکر در این پژوهش به خوبی مشخص گردید و از طرفی مشخص شد اگر زمین در شرایط آیش باقی بماند و یا اینکه محصول پر نیازی همچون ذرت قبل از آن کشت گردد، تاثیری منفی بر عملکرد نیشکر خواهد داشت. ویدن فیلد (۱۹۹۸) بیان کرد کیفیت و عملکرد نیشکر در محصول تازه کشت وراتون اول به طورعمده ای تحت تاثیرگیاه قبلی قرار می گیرد اما در راتون دوم این گونه نیست.



شکل ۱: مقایسه میانگین عملکرد نیشکر در تناوب زراعی مختلف. W= گندم، C= شبدر، S= نیشکر، R= کلزا، B= جو، S۱= سورگوم، M= ماش، C۳= شبدر چین سوم، S۲= سویا، Z= ذرت و F= آیش

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در طی دوره آزمایش، فسفر موجود در خاک تغییر محسوسی نداشت اما میزان پتاسیم، کربن آلی و مواد آلی خاک در سال اول و دوم ثابت ولی در سال سوم کاهش یافت. همچنین اجرای تناوب زراعی مختلف بر عناصر غذایی خاک تاثیر گذار بود. بیشترین میزان باقیمانده نیتروژن، فسفر و نسبت کربن به نیتروژن به ترتیب در تناوب‌های زراعی شبدر- شبدر- نیشکر، آیش- آیش – نیشکر و سورگوم- شبدر – نیشکر مشاهده شد. تاثیر تناوب زراعی بر عملکرد نیشکر نیز نشان داد کشت گیاهان لگوم شبدر و ماش قبل از نیشکر تاثیر زیادی در افزایش عملکرد نیشکر دارد. با توجه به اینکه در واحدهای نیشکر پس از برداشت نیشکر در راتون پنج ، مزارع زیر کشت گیاه دیگر یا تحت آیش قرار می‌گیرد که نتایج این بررسی مؤید این نتیجه می‌باشد که استفاده از گیاه شبدر و ماش می‌تواند تاثیر زیادی در بهبود عملکرد نیشکر داشته باشد.

منابع

۱. بهرامی ندا، آیینه بند امیر و لرزاده شاپور. ۱۳۹۱. اثر بقایای گیاهان زراعی بر رشد رویشی و جذب عناصر معدنی از خاک توسط نیشکر. پژوهش و سازندگی (نشریه زراعت). ۹۶، ۶۷-۷۴.
۲. بوهن، ه.ال.، مک نیل، ب. ال.، و اوکانر، ج.آ. ۱۳۸۶. شیمی خاک. (ترجمه ح. مجللی). تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۳. زارع فیض آبادی، احمد.،و نوری حسینی، سیدمجتبی. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات کربن آلی و برخی عناصر غذایی خاک در تناوب های زراعی مبتنی بر گندم. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). ۲۷(۴)، ۶۲۹-۶۴۳.
۴. زهتابیان، غلامرضا.، امیری، بهرام.، و سوری، مهشید.۱۳۸۴. بررسی و مقایسه وضعیت عناصر غذایی خاک با تاکید بر K,P,N در اراضی کشاورزی و مرتعی(مطالعه موردی خدابنده زنجان).پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۸، ۹-۱۹.
۵. سلیم پور سعید, خاوازی کاظم, نادیان حبیب اله, و بشارتی حسین. ۱۳۸۹. تاثیر خاک فسفات همراه با گوگرد و ریزجانداران بر عملکرد و ترکیب شیمیایی کلزا. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). ۲۴(۴)، ۹-۱۹.
۶. شمس الدین، سعید.، محدثه، قنبری.، رمرودی، محمود.، و خضری، امین. ۱۳۹۶. تاثیر مدیریت کاربرد کود سبز و تیمارهای کود دهی آن بر خصوصیات فیزیکی–شیمیایی و حاصلخیزی خاک. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۱(۱), ۳۷-۴۹.
۷. عباسی ف، ع شینی دشتگی، ون سلامتی. ۱۳۹۴. ارتقای بهره‌وری آب و کارایی مصرف کود در کودآبیاری جویچه‌ای نیشکر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹(۴): ۹۴۲-۹۳۳.
۸. عدالت، م.، ح. غدیری.، ع. ا. کامکار حقیقی.، ی. امام.، ع. رونقی.، و م. ت. آساد. ۱۳۸۵ .بر هم کنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجرای آن در دو رقم گندم نان در شرایط دیم شیراز. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم. شماره۲ .تهران، ایران.
۹. محمودی، ش.، و حکیمیان، م. ۱۳۷۹. مبانی خاکشناسی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۲۴۹-۲۷۵ صفحات.
10.Ambrosano, E.J.; Trivelin, P.C.O.; Cantarella, H.; Ambrosano, G.M.B.; Schammass, E.A;Guirado, N.; Rossi, F.; Mendes, P.C.D.; Muraoka, T. 2005. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. Scientia Agricola 542-534 :62.
11.Balyan, J.S. 1997. Production potential and nitrogen uptake by succeeding wheat under different cropping sequences. Indian. J. Agron. 252-250 :42.
12.Boddey, R.M., Jantalia, C.P., Conceiç, ão, P.C., Zanatta, J.A., Bayer, C., Mielniczuk, J., Dieckow, J., Dos Santos, H.P., Denardin,J.E.,Aita,C.,Giacomini,S.J.,Alves,B.J.R.,Urquiaga, S.,2010.Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. Glob. Change Biol. 795–784 ,16.
13.Bremner, J. M. 1996. Total nitrogen. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. sss. A. In. WI.
14.Calegari, A., Hargrove, W.L., Rheinheimer, D.D.S., Ralisch, R., Tessier, D., Tourdonnet, S., Guimarães, M.F., 2008. Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol: A model for sustainability. Agron. J. 1019–1013 ,100.
15.Carolini Souza, R., M, Egídio Cantão, A. T. R. Vasconcelos., M. A. Nogueira and M, Hungria. 2013. Soil metagenomics reveals differences under conventional and no-tillage with crop rotation or succession. Applied Soil Ecology. 61–49 :72.
16.Eck, H. V. and B. A. Stewart. 1998. Effects of long-term cropping on chemical aspect of soil quality. J. Sus. Agric. 19-5:12.
17.Garside, A. l., and Bell, M. J. 2011. Growth and yield responses to amendments to the sugarcane monoculture: effect of crop , pasture and bare fallow breaks and soil fumigation on plant and ratoon crops. crop and pasture science. 412-62:396
18.Hemwong, S., Toomsan, B., Gadisch, G., Limpinuntana, V., Vityakon, P. and Patanothali, A. 2006. Sugarcane residue management and grain legume crop effect on N.dynamics, N losses and growth of sugarcane. Agron. Scijournals. 229:(2)81.
19.Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis – advanced. Course. University of Wisconsen, college of agric., Department of soil, Madison, WI.
20.Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F., & Fgolliott, P. F. 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. For Ecol Manage. 71–51 :122.
21.Pankhurst, C.E., Magarey, R.C., Stirling, G.R., Blair, B.L., Bell, M.J.,Garside, A.L., 2003. ManagementpracticestoimprovesoilhealthandreducetheeffectsofdetrimentalsoilbiotaassociatedwithyielddeclineofsugarcaneinQueensland,Australia.Soil Tillage Research 137–72,25.
22.Park , S.E.,, T. J. Webster., H. L. Horan, A. T. James., and P. J. Thorburn. 2010. A legume rotation crop lessens the need for nitrogen fertiliser throughout the sugarcane cropping cycle. Field Crops Research 341–331 .119.
23.Shoko, M. D. , Pieterse, P. J., and Zhou, M. 2009. Effect of soybean (Glycin max) as a breakcrop on the cane and sugar yield of sugarcane. Sugar Tech., 257-252 :(3)11.
24.Shoko, M.D., Tawira, F., 2007. Benefits of soyabeans as a breakcrop in sugarcane production systems in the South Eastern Lowveld of Zimbabwe. Sugar Journal 22–18 ,70.
25.Shoko,M.D.,Zhou, M.,2009.Nematode diversity in a soybean–sugarcane production system in a semi-arid region of Zimbabwe.Journal of Entomology and Nematology28–1,25
26.Tisdale, S.L., Nelson, W. L., Beaton, J. D. and Havlin, J. L. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. Mcmillon Publishing Co., New York.
27.Verma, S. & Jaykumar, S. 2012. Impact of forest on physical, chemical and biological properties of soil. IAEES. 176-168 :2.
28.Walkley, A., Black, IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposedmodification of the chromic acid titration method. Soil science. 29 ,37.
29.Westerm. R. L. 1990. Soil testing and plant analysis. SSSA. Madison Wisconsir, USA.
30.Wiedenfeld, R. P. 1998. Previous-crop effect on sugarcane respons on nitrogen fertilization.Agron.J.165-161:(2) 90.

عنوان مقاله:

ارزیابی بهره‌وری آب آبیاری در دو سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری فارو و مقایسه برخی صفات کمی و کیفی گیاه نیشکر رقم CP۶۹ –۱۰۶۲

Evaluation of irrigation water efficiency in subsurface drip irrigation systems and furrow irrigation and comparing some quantitative and qualitative characteristics of sugarcane cultivar CP69-1062

نویسنده مسئول: الهام زنگنه یوسف آبادی
دکتری آبیاری و زهکشی، کارشناس پژوهشی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
Email: ez1357h@yahoo.com
عبدعلی ناصری
استاد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
عبدالرحیم هوشمند
دانشیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
سعید برومندنسب
استاد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
حسین موذن رضا محله
مدیریت گیاه پزشکی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر

چکیده

به منظور بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه نیشکر و بهره‌وری آب آبیاری در دو سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری فارو، پژوهشی در ایستگاه تحقیقاتی شماره یک موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که روش آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی گیاه نیشکر (کشت جدید رقم۱۰۶۲ -CP۶۹) نداشت. بهره‌وری مصرف آب در تولید شکر در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری فارو به میزان ۳۸ درصد بهبود یافت و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰،۰۵). با توجه به خشکسالی‌های اخیر و لزوم توجه به افزایش بهره‌وری مصرف آب، انجام تحقیقات بیشتر جهت بررسی این سیستم در مزارع بازروئی توصیه می شود.

واژگان کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، آبیاری فارو، بهره‌وری آب آبیاری

مقدمه

خشکسالی و کم آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش های مختلف به آب، مشکل خشکسالی در سال های آینده حادتر نیز خواهد شد. به طور ی که بر اساس گزارش موسسه بین المللی مدیریت آب IWMI کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید[۱]. از سوی دیگر مصرف آب در بخش کشاورزی سهم عمده ای را در ایران شامل می‌شود. لذا بهینه سازی مصرف آب در این بخش گام موثری به شمار می آید. مهم ترین روش های پیش رو، ارتقای راندمان های آبیاری و بهره وری آب آبیاری است که از روش های ارتقای بهره وری می توان به کاهش تبخیر از سطح خاک با استفاده از مالچ یا خاکپوش، اعمال کم آبیاری و همچنین توسعه روش های نوین آبیاری اشاره کرد. بهره وری مصرف آب یکی از شاخص های مصرف بهینهٔ آب آبیاری است. طبق تعریف بهره وری مصرف آب عبارت از مقدار محصول تولید شده به ازای واحد حجم آب مصرفی است که بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب بیان می شود.

آبیاری قطره ای زیرسطحی با کاربرد آب در ناحیه ریشه و حذف رواناب و کاهش تلفات نفوذ عمقی، سبب صرفه جویی در مصرف آب و افزایش بهره وری آب آبیاری می گردد[۵،۷،۸]. به همین دلیل محققان بسیاری در این خصوص به مطالعه مقایسه آبیاری قطره ای زیرسطحی با سایر روش ها برای گیاهان مختلف پرداخته‌اند. رائو و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی در کشور هندوستان اثر کم آبیاری با آبیاری قطره ای را بر روی بهره وری آب و عملکرد گیاه پنبه مورد بررسی قرار دادند و با آبیاری جوی و پشته مورد مقایسه کردند. در این تحقیق تیمار ۸۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه با کاهش ۶/۴ درصدی عملکرد موجب صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۱۷ درصد گردید و بالاترین بهره وری آب ۰/۴۱۲کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به این تیمار بود. در تحقیق دیگری که در کشور هندوستان بر روی نیشکر انجام شد مشاهده شد که به دلیل صرفه جویی در مصرف آب در روش آبیاری قطره ای زیرسطحی، می‌توان سطح زیر کشت را حدود ۰/۴۸- ۰/۱۴ نسبت به آبیاری قطره ای و حدود ۰/۷۷ -۰/۶۲ هکتار نسبت به آبیاری سطحی افزایش داد [۴]. آباد و همکاران (۲۰۱۷) با هدف بهبود کارایی مصرف آب و بازده گیاه نیشکر رقم ۳۲۱- CP۷۰ پژوهشی را در یک ایستگاه تحقیقاتی در مراکش انجام دادند و نشان دادند که کاربرد ۶۷ ٪ نیاز آبی برآورد شده برای آبیاری سطحی، برای دستیابی به کارایی مصرف آب بهینه کافی بوده و نتایج تفاوت معنی داری با کاربرد ۱۰۰٪ نیاز آبی برای روش های مرسوم نداشت. این محققان همچنین نشان دادند که رژیم های مختلف آبیاری اثر معنی داری بر صفات کیفی نیشکر از جمله پل، بریکس و خلوص شربت و درصد شکر نداشتند. با توجه به سابقه تحقیق، در این مطالعه به بررسی اثر آبیاری زیرسطحی بر بهره‌وری مصرف آب و برخی خصوصیات کیفی و کمی گیاه نیشکر پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی شماره یک موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر واقع در کیلومتر ۳۵ جاده اهواز–آبادان واقع در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۶/۶ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۵ انجام شد. تیمار مورد استفاده در این تحقیق شامل روش آبیاری (آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری فارو) بود. به منظور بررسی سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی، مساحتی حدود یک هکتار آماده شد. سیستم آبیاری مرسوم سطحی –روش جوی و پشته نیز در مساحتی حدود ۰/۲۳ هکتار برای این تحقیق در نظر گرفته شد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در ۵ نقطه از زمین طرح (به شکل W) از اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری، نمونه برداری انجام شد (جدول ۱). منبع تأمین آب، از کانال اصلی کشت و صنعت حکیم فارابی بوده که توسط ایستگاه پمپاژ به محل مزرعه منتقل می‌گردید. خصوصیات کیفی آب مورد استفاده در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق (cm)	EC (ds/m)	pH	SAR	So_4^{2-}	Cl^-	Hco_3^-	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
				meq/lit						
۳۰-۰	۴/۷	۷/۱۷	۹/۰۹	۲۷/۳۷	۲۶	۲/۱	۰/۲	۳۱/۵۲	۱۴/۹	۹/۱۲
۶۰-۳۰	۵/۰۸	۷/۰۳	۱۱/۰۲	۲۶/۴۹	۲۹	۱/۴۲	۰/۲۸	۳۶/۹۶	۱۴/۶۴	۷/۸۶
۹۰-۶۰	۵/۳۸	۷/۱۵	۱۱/۳۶	۳۴/۵۶	۲۷	۱/۳۲	۰/۳	۳۹/۳۵	۱۵/۹۲	۸/۰۸

جدول ۲- خصوصیات آب آبیاری مورد استفاده در ماه حداکثر مصرف

EC(ds/m)	pH	SAR	So_4^{2-}	Cl^-	Hco_3^-	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
			meq/lit						
۲/۱	۷/۵۶	۷/۴	۹/۳۳	۷/۲۵	۴/۱۴	۰/۰۶۹	۱۴/۸۶	۴/۱۸	۳/۸۶

برای سیستم آبیاری قطره ای زیرسطحی در کنار مزرعه ایستگاه پمپاژ، فیلتراسیون (شامل فیلتر شنی، فیلتر دیسکی و هیدروسیکلون) احداث شد. آب آبیاری توسط لوله اصلی به ابتدای مزرعه منتقل می‌گردید. لوله نیمه اصلی (مانیفولد) به صورت دو قطر با قطرهای ۷۵ میلی‌متر و ۶۳ میلی متر طراحی شد و در وسط مزرعه قرار گرفت. حجم آب آبیاری توسط کنتور حجمی ثبت می گردید. آبیاری سطحی با روش جوی و پشته و توسط لوله هیدروفلوم انجام می گرفت. در هر نوبت آبیاری زمان شروع و پایان آبیاری و دبی دریچه ها ثبت گردید

و جهت محاسبه میزان آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. در هر دو سیســتم در بازه زمانی فروردین ماه تا تیر ماه کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کودآبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت. نیشـکر در تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۳ کشــت شــد و برداشــت آن در تاریخ ۱۳۹۶/۰۸/۲۹ انجام شــد. جهـت تخمین عملکرد گیاه نیشـکر طول ده متـری از فـاروی میانـی به صورت دسـتی کف بری شـد و تعداد ساقه ها شمارش و توزین گردید و سپس این مقادیر به تعداد ساقه در هکتار و تن در هکتار تعمیم داده شد. سپس جهت اندازه گیری اجزای عملکـرد، از میان تمامی نی های بریده شـده هر کرت ۲۰ نی به طور تصادفی انتخاب و جهت عصاره گیری به آزمایشـگاه انتقال داده شدند. درصد قند موجود در عصاره (پل[1])، درصد مواد جامد محلول در عصاره (بریکس[2]) توسـط دسـتگاه های سـاکاری متر[3] و رفراکتومتر[4] اندازه گیری شـد و با استفاده از این مقادیر درجه خلوص شربت[5] (پیوریتی)، درصد شکر و عملکرد شـکر محاسبه شد[2] و سپس از رابطه (۱) بهره وری آب آبیاری در تولید شکر تعیین گردید.

$$WPs = \frac{Y}{V_I} \qquad (۱)$$

که در این رابطه، WPs بهره‌وری آب آبیاری در تولید شـکر (کیلوگرم بر متر مکعب)، Y عملکرد شـکر (کیلوگـرم بر هکتار) و V_I حجم آب آبیاری (متر مکعب بر هکتار) اسـت. سـپس به منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشـان داد که نوع آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب در سـطح ۵ درصد معنی‌داری بود (جدول ۳). با این وجود، این تیمار اثری بر سایر پارامترهای مورد مطالعه (شامل درصد قند شربت، ذرات جامد محلول در شـربت، درصد خلوص شـربت، درصد شکر و عملکرد شکر) نداشت.

صفات کیفی و کمی

مقایسه میانگین نشان داد که میانگین مقادیر درصد قند شربت، ذرات جامد محلول در شربت، درصد خلوص شربت در روش آبیاری سطحی بیشتر از روش آبیاری قطره ای زیرسطحی بود (جدول ۴). اما اختلاف معنی‌داری بین این دو روش آبیاری مشاهده نشد.

میانگین درصد شکر و عملکرد شکر در روش آبیاری سطحی به ترتیب ۱۳/۸ و ۶/۷ درصد بیشتر از مقادیر مورد نظر در روش آبیاری قطره ای زیرسطحی بود. با این وجود این دو روش آبیاری از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند.

بهره وری آب آبیاری

طبـق نتایج تجزیــه واریانـس در جـدول (۳)، اثر روش آبیـاری بر بهره وری آب آبیاری در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بهره‌وری مصرف آب در تولید شـکر در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری فارو بـه میزان ۳۸ درصد بهبود یافـت و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بـود ($P<0.05$). میانگـین بهره‌وری آب آبیاری در تولید شـکر در دو روش آبیاری قطره ای زیرسطحی ۰/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب و آبیاری سطحی ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین بینگاریو و همکاران ۲۰۱۷، پـس از مقایســه آبیاری قطره ای سـطحی، آبیـاری قطره ای زیرسـطحی و آبیاری فارو برای نیشـکر بالاترین بهره وری آب را برای آبیـاری قطره ای زیرسـطحی گزارش کردند. این نتایـج با آنچه رائو و همکاران در مقایسه بهره وری آب آبیاری در دو روش آبیاری قطره ای و آبیاری جوی و پشته برای گیاه پنبه مشاهده کردند، مطابقت داشت.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر روش آبیاری بر برخی خصوصیات گیاه نیشکر

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد قند شربت	ذرات جامد محلول در شربت	درصد خلوص شربت	درصد شکر	عملکرد شکر(کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
تکرار	۳	۱/۴۲۳	۸۰/۴۳	۱/۷۲	۰/۶۵	۶/۹۸	۰/۰۰۷
روش آبیاری	۱	۱۱/۶۱ ns	۲۳/۰۷ ns	۱۲/۳ ns	۵/۷ ns	۱/۲۴ ns	۰/۰۲۹*
خطا	۳	۲/۰۹	۴۸/۳۷	۱/۷۶	۰/۹۶	۲/۶۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۷/۸۸	۶/۶۶	۱/۵۵	۸/۷۸	۱۴/۲	۱۲/۲۸

nsو * به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی دار در سطح۵ درصد

1- Pol 2- Brix 3- Saccharimeter 4- Refreactometer 5- Purity

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین برخی صفات کمّی و کیفی نیشکر رقم CP۶۹-۱۰۶۲ و بهره وری آب آبیاری شکر تولیدی در دو روش آبیاری قطره ای زیرسطحی و آبیاری فارو

نوع روش آبیاری	درصد قند شربت	ذرات جامد محلول در شربت	درصد خلوص شربت	درصد شکر	عملکرد شکر(کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
قطره‌ای زیر سطحی	۱۷/۱۵a	۲۰/۲۵a	۸۴/۵۴a	۱۰/۳۴a	۱۱/۰۱a	۰/۴۳b
فارو	۱۹/۵۶a	۲۲/۴۸a	۸۷/۰۲a	۱۲/۰۳a	۱۱/۸۰a	۰/۳۱a

ستون‌های با حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اســاس نتایج این تحقیق، بین دو سیســتم، از نظر پارامترهای کمی و کیفی گیاه نیشـکر (رقم CP۶۹ -۱۰۶۲) تفـاوت معنی‌داری وجود نداشـت، اما در بررسی بهره وری آب آبیاری، روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری فارو دارای برتری بود و این برتری از نظر آماری در سـطح ۵ درصد معنی دار بود. بر اساس نتایج این تحقیق، پیشنهاد مـی گردد جهت اسـتفاده از روش آبیـاری قطره ای زیرسـطحی در کشـت گیاه نیشـکر و افزایش بهره وری آب و مقابله با بحران آبی در سـال های آتی، تحقیقات بیشـتری در این زمینه صـورت گیرد و به خصـوص اثر طولانی مدت اسـتفاده از این روش بـر جمعیت آفات و بیماری ها، خصوصیات فیزیکی و شـیمیایی خاک، گسـترش ریشه و خصوصیات برداشـت نیشـکر مانند خوابیدگی ساقه و کنده کنی مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی و همچنین مؤسسه تحقیقات و آموزش توسـعه نیشـکر که ضمن تأمیـن هزینه های این تحقیـق در تمامی مراحل اجرایی طرح کمال همکاری و پشـتیبانی را داشته اند تشکر و قدردانی می نمایم.

منابع

[۱] عباسـی ف، ناصـری الف، سـهراب ف، باغانی ج، عباسـی ن و اکبری م. ارتقای بهره وری مصرف آب.۱۳۹۴. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.۶۸ص.

[۲] گلابی، م. ۱۳۸۸. مدل سازی ریاضی واکنش نیشکر به شوری آب آبیاری و کاربرد در مدل SALTMED برای مدیریت آبیاری نیشـکر در مناطق گرم و خشـک. رسـاله دکتری. دانشگاه شهید چمران اهواز. دانشکده مهندسی علوم آب. گروه آبیاری و زهکشی.

[3] Aabad. M., Bouaziz. A., Falisse. A., Martine. J.F., EL-Messaoudi. M.2017. Improving yield and water use efficiency of sugarcane under drip irrigation in the Gharb region of Morocco Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 40-32:(1) 5.

[4] BHINGARDEVE S.D. PAWAR D.D., DINGRE S.K. ANDHASURER.R.2017.waterproductivity in sugarcane under subsurface drip irrigation. International Journal of Agriculture Sciences. Volume 9. Issue 29.pp4381-4377-.

[5] Camp, C. R. (1998). “Sugarcane drip irrigation: A review.” Trans. Am. Soc. Agr. Eng. (ASAE), ,(5)41 1367–1353.

[6] Degefa A, Bosie M, Mequanint Y, Yesuf A and Teshome Z.2016. Determination of Crop Water Requirements of Sugarcane and Soybean Intercropping at Metahara Sugar Estate. Adv Crop Sci Tech. Volume 4 .Issue 5

[7] Lamm, F. R., and Camp, C. C. (2007). “Subsurface drip irrigation.” Microirrigation for crop production: Design, operation, and management, F. R. Lamm, J. E. Ayars and F. S. Nakayama, eds., Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 618.

[8] Lamm, F. R., and Trooien, T. P. (2003). “Subsurface drip irrigation for corn roduction: a review of 10 years of research in Kansas.” Irrig. Sci., 200–195 ,(3–2)22.

[9] Rao S Tanwar. S., Regar .P.2016. Effect of deficit irrigation, phosphorous inoculation and cycocel sprayon root growth, seed cotton yield and water productivity of dripirrigated cotton in arid environment Agricultural Water Management 169 .p 25–14.

عنوان مقاله:

طراحی و جایگزینی سیستم انتقال ملاس بوسیله فشار هوا به جای پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای و مونوپمپ‌ها در فرایند تولید شکر از نیشکر در شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی

Design and Replacement of Molasses Transfer System by Air Pressure Instead of Gear Pumps and Mono Pumps in the Production of Sugar

نویسنده مسئول: نادرحدادی نیا
کارشناس مهندسی مکانیک، مدیرتعمیرات مکانیک، شرکت کشت وصنعت دعبل خزاعی
Email: Haddadinia_nader@yahoo.com
محمد زمان عطارنژادیان
کارشناس شیمی کاربردی، مدیر تولید شکر، شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی
شاهرخ سلیمانی
کارشناس برق–الکترونیک– مدیر ابزار دقیق، شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی

چکیده

در کارخانجات تولید شکر از نیشکر در ایران، معمولا برای بازچرخانی و انتقال ملاس از گیرپمپ و یا مونوپمپ اســتفاده می شــود. با توجه به هزینه بالای احداث و نگهداری الکتروپمپ ها و همچنین مشکلات کار با آنها در مقایسه با سیستم های هیدرولیک و پنوماتیک، اقدام به طراحی و جایگزینی سیســتم انتقال ملاس بوســیله فشار هوا به جای پمپ‌های چرخ‌دنده ای و مونوپمپ ها در فرایند تولید شکر از نیشکر در کشت و صنعت دعبل خزاعی در سال ۱۳۹۶ شد. طراحی ها بر اساس قانون پاسکال انجام شــد. نتایج حاصل از جایگزینی سیســتم انتقال جدید نشــان داد که در اســتفاده از این سیستم، مشکلات مطرح‌شده بــرای پمپ های دنــده ای و مونوپمپ ها، برطرف شــد. بــه علاوه با توجه به حذف هزینه‌هــای مرتبط به خرید، تعمیرات و مصرف برق و انرژی در پمپ ها و نیز کاهش هزینه احداث و راه‌اندازی این سیســتم در کنار عدم نیاز به نیروی انســانی تخصصی، روشــی بسیار مقرون به صرفه می باشــد. مجموع هزینه احداث و بهره‌برداری یک ســال برای گیرپمپ و مونوپمپ در مقایسه با سیستم انتقال با فشار هوا به ترتیب حدود ۷۸،۵٪ و ۴۸،۳٪ بیشــتر بود. از این رو این سیســتم را می‌توان به عنوان یک جایگزین مناسب با سیستم‌های قدیمی انتقال ملاس در کارخانجات تولید شــکر و نیز سایر صنایع نیازمند سیستم های انتقال سیال با گرانروی بالا، پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: گیرپمپ، مونوپمپ، پنوماتیک، ملاس، نیشکر

Abstract

Most industrial processes require objects or substances to be moved from one location to another, or a force to be applied to hold, shape or compress a product. In sugar cane industries of Iran the molasses is generally recycling and transfer using the Gear Pumps or Mono Pumps. Due to the high cost of construction and maintenance of Electro pumps, as well as the operation problems, compared with hydraulic and pneumatic systems, the design and replacement of molasses transmission system by the air pressure instead of gear pumps and mono pumps in the process of sugar production in Deabel Khozaei Agro Industry CO. in 2017. The designs were based on Pascal's law. Replacement of new transmission systems indicated that in using this system, the problems raised for gear pumps and mono pumps were fixed. In addition, it is a very cost effective way to eliminate the costs associated with purchasing, repairing and consuming electricity and energy in the pumps, and reducing the cost constructing this system along with the lack of specialized staffing. The total cost of construction and maintenance of one year for the Gear Pump and Mono Pump compared to the air pressure transfer system is about ٪78.5 and ٪48.3, respectively. Hence, the system can be proposed as a suitable alternative to the conventional molasses transfer systems in sugar factories as well as other industries requiring high viscosity fluids transfer systems.

Key words: Gear Pump, Momo Pump, peneumatic, molasses, sugarcane.

مقدمه

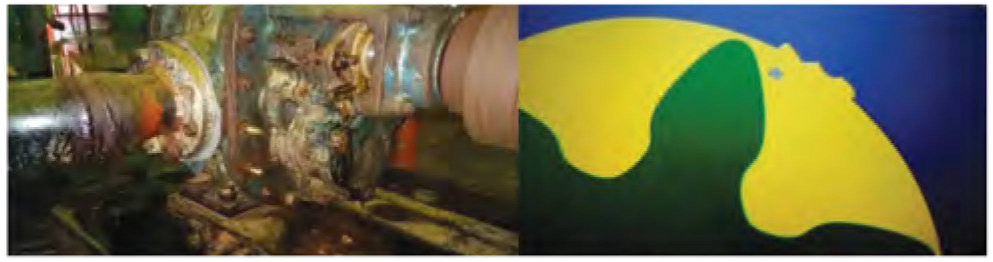
رشد بالای اقتصادی و توسعه‌ی بهتر اقتصادی از جمله اهدافی است که همه‌ی اقتصادها به دنبال آن هســتند [۳]. در حال حاضر شــرایط فعلی اقتصاد جهانی به گونه‌ای اســت که اغلب کشــورها به دنبال دستیابی به جایگاهی رقابتی در ســطح بین‌المللی هستند.[۱] ماهیت نوآوری، ایجاد تغییر در محصولات یا خدمات و نیز تغییر در روش خلق و عرضه آنها با هدف پاسخگویی به بازارهای جدید و نیازهای متغیر مشتریان می‌باشد. اکثر فرآیندهای صنعتی نیازمند جابجایی اجسام یا مواد از یک مکان به مکان دیگر یا نیرویی برای نگهداری، شکل دادن یا فشردن یک محصول هستند.[۶] این جابجایی عمدتاً یا با استفاده از تجهیزات الکتریکی (مانند موتورها یا سولنوئیدها) و یا از طریق نیروی حاصل از هوا (پنوماتیک) و یا مایع (هیدرولیک) انجام می‌شود.[۶] در فرآیند تولید شکر از نیشکر و از چغندرقند پس از خرد کردن و فرآوردن ماده اولیه، عصاره آن که حاوی مواد قندی اســت حرارت داده شده و با اضافه‌نمودن آهک و صاف‌کردن محلول حتی‌الامکان ناخالصی های آن جدا می شــود؛ ســپس به منظور کریستالیزه‌شــدن شکر موجود در آن، محلول صاف‌شده، تبخیر و تغلیظ می شود. کریستال های شــکر موجود در محلول با کمک دستگاه های سانتریفیوژ جدا می شود. شربت باقیمانده که حاوی مقدار قابل توجهی مواد قندی است، ملاس نامیده می شود که طی چند مرحله، قند ملاس نیز، جدا و وارد فرآیند تولید شکر می شود. با توجه به اهمیت ملاس به عنوان مهمترین ضایعات قندی و همچنین به عنوان ماده اولیه ارزشمند در صنایع فرآوری مواد غذایی، تولید الکل و سایر فرآورده های جانبی در بحث جلوگیری از ضایعات، نیاز به توجه ویژه ای دارد [۴]. در کارخانجات تولید شکر معمولا برای بازچرخانی و انتقال ملاس از Gear pump و یا Mono pump استفاده می شود (شکل های ۱، ۲).

شکل ۱- الکتروگیرپمپ ملاس

شکل ۲- مونو پمپ ملاس

با توجه به این که این پمپها معمولاً بنا به توان و دور مورد نیاز، توسط الکتروموتور و گیربکس واســطه به حرکت در می آیند، لذا به‌کارگیری آنها می تواند منجر به برخی مشــکلات و نواقص در کار شــود که در ادامه تشریح می شود:

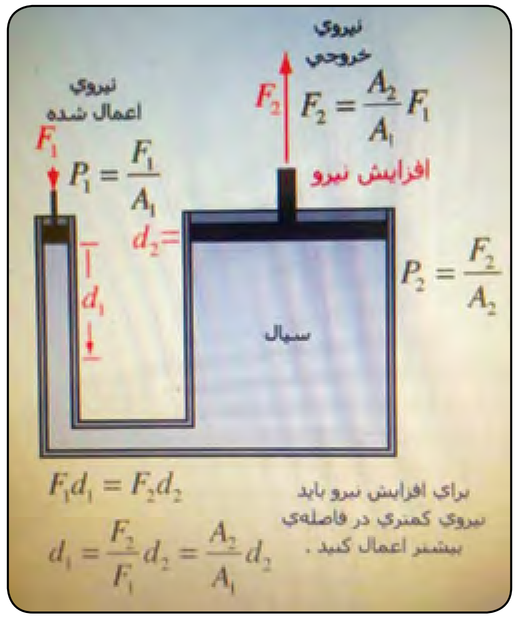
۱- مشکلات گیرپمپها: از آنجا که عملکرد این پمپها براساس ایجاد خلأ نســبی بین دهانه ورودی و خروجی پمپ می‌باشــد، افزایش لقی بین قطعات دوار و ثابت پمپ ناشــی از فرسایش و اصطکاک در نهایت باعث افت راندمان پمپ و نشتی از گلندها می گردد. [۷] هزینه ساخت و تعمیر بالا به علت آسیب در اثر ورود ذرات ناخالص، دنده‌ها و پوسته پمــپ، عدم امکان انتقال ملاس با بریکس در صورت افزایش لقی بین قطعــات داخلی پمپ، نیــاز به تمهیدات خاص بــه منظور روان‌کردن قطعات داخلی به علت عدم امکان شستشوی کامل پمپ، نیاز به صرف هزینــه و وقت زیاد به منظور تعمیر و تعویض چرخ‌دنده‌های گیربکس میانــی بین پمپ و الکتروموتور به علــت خوردگی، هزینه بالا به علت مصرف برق و تعمیرات الکتروموتورها [۶].


شکل ۳- خوردگی در پوسته پمپ ملاس

۲- مشــکلات مونوپمپ ها: این پمپ‌ها در دور پایین، بهترین راندمان را دارنــد؛ لــذا برای حصول دبــی موردنظر، نیاز به تغییــر دور در بازه بســیار گسترده ای دارند و این یعنی استفاده از گیربکس های حجیم و خاص. این پمپ‌ها، حتی اگر برای مدت کوتاهی (۳دقیقه) خالی کار کنند لایه الاســتورمری اســتاتور پمپ تخریب می‌شود. بسیار به ورود اشــیاء خارجی سفت حســاس بوده و باعث تخریب استاتور می شود. همچنین طراحی این پمپ برای ســیالات ویســکوز و غلیظ می باشد در صــورت پایین‌آمدن بریکــس ملاس، امکان اســتفاده از آنها وجود ندارد.[۷] اســتفاده از سیستم‌های پنوماتیک نسبت به نوع هیدرولیک و سیستم‌های الکتریکی، دارای مزایایی از جمله، مصرف کمتر انرژی، نیاز به نیروی محرکه کمتر، عدم خطر آلودگی محیط زیست در اثر نشتی -که در سیســتم‌های هیدرولیک ممکن است دیده شود- و همچنین خطرات کاربری کمتر اعم از اتصالات جریان برق و یا پتانسیل اشتعال می باشــد.[۶] یکی از ایرادات اصلی در گیرپمپ‌ها، وجود درز (خلل و فرج) بســیار نزدیک در قسمت انتهایی روتورها و بدنه مورد نظر است کــه بر قابلیت اطمینــان آن تاثیر می‌گذارد .[۷] علاقمندی به توســعه سیســتم‌های نیروی محرکه‌ای که با قوانین و مقررات زیست محیطی مطابقت داشته باشد نقش اساسی در به‌وجودآمدن مسیرهای جایگزین جدید به‌جای سیســتم‌های نیروی محرکه قدیمی از طریق جایگزینی سیســتم‌های هیدرولیک و پنوماتیک با انواع قدیمی‌تر داشته است.[۵] بــا توجه به هزینه بالای احداث و نگهــداری الکتروپمپ‌ها و همچنین ســختی کار با آنها در مقایسه با سیســتم‌های هیدرولیک و پنوماتیک اقدام به طراحی و جایگزینی سیســتم انتقال ملاس بوســیله فشار هوا به‌جــای پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای و مونوپمپ‌ها در فرایند تولید شــکر از نیشکر شــد؛ و با توجه به مزایای این سیســتم نسبت به سیستم‌های هیدرولیک و از آنجا که تامین هوا به عنوان سیال، در کشت و صنعت دعبل خزاعی در مقایســه با ســایر ســیالات از نظر صرفه اقتصادی و دسترسی مناسب بود، در سال ۱۳۹۶، اقدام به طراحی سیستم انتقال ملاس با هوای فشرده شد.

مواد و روش‌ها

اســاس طراحی سیســتم‌های هیدرولیک و پنوماتیک، بر مبنای قانون پاسکال است[۲].



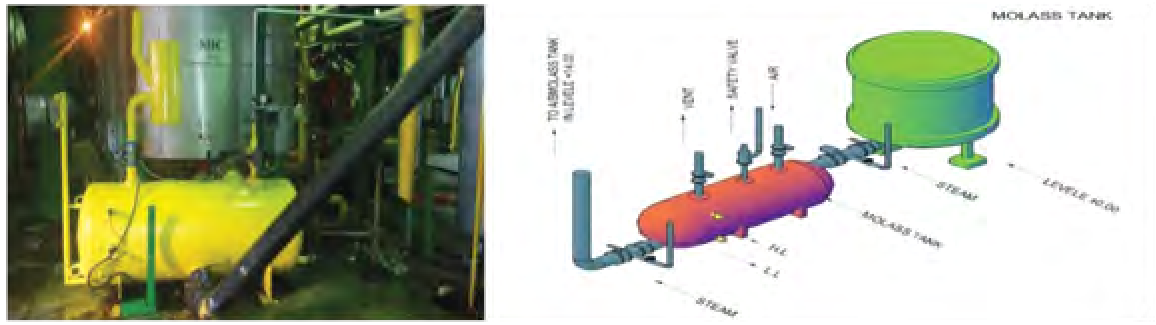
شکل ۴- شمایی از قانون پاسکال[۲]

اصــول و قواعــد قانــون پاسکال برای ســیال روغــن در بالابرهای هیدرولیکی، ایده طراحی و ســاخت نمونه آزمایشــی سیســتم انتقال ملاس با استفاده از هوای فشرده شد، با این تفاوت که در این سیستم بــه جای روغن، از فشــار هوا بــه منظور انجــام کار و جابجایی ملاس اســتفاده شده و مســیرخروجی نیز رو به اتمسفر بوده و بعد از تخلیه، مخزن مجدداً بارگیری و تخلیه شــد. این سیســتم با کمک شیرهای کنترلی و سوئیچ-های سطح‌سنج و تعریف برنامه بر اساس فلودیاگرام طراحی‌شده- به اتاق فرمان، متصل و به صورت کاملاً خودکار، مراحل آزمایشــی را طی کرد. در ایــن طرح، به منظور تامین هوای فشــرده سیستم، از مسیر هوای سرویس کارخانه استفاده شد. از جمله مزایای این سیســتم، عدم تحمیل بار اضافه به کمپرسورهای نیروگاه با توجه به حجم کم مخزن و مصرف ناچیز آن می‌باشــد. به منظور بررســی و انجام این طرح، از تعدادی تجهیزات که بســته به هدف کاربرد، دارای ابعاد متفاوت بودند استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجهیزات مورد استفاده در طراحی سیستم پنوماتیک

تجهیزات	هدف از کاربرد
اتصال ۸ اینچ	مسیر ورود ملاس
اتصال ۶ اینچ	مسیر خروج ملاس
اتصال ۱ اینچ	برای مسیر ورود هوا
اتصال ۳ اینچ	مسیر خروج هوا
اتصال ۱ اینچ	مسیر سفتی شیر
اتصال ۱ و ۳ اینچ	شیر باترفلای به همراه اکچویتور فرمان‌دهنده
سوئیچ سطح‌سنج (دیاپازون)	نشان دادن وضعیت مخزن از نظر پر یا خالی بودن
فشارسنج عقربه‌ای	

در سیســتم‌های انتقال قدیم، بعد از پمپ‌های موجود در خطوط لوله، بریکس اندازه‌گیری می شــد؛ اما سیســتم جدید، نیازمند اندازه‌گیری بریکس در مخازن A و B ملاس، بود. پس از این که عملیات آماده‌سازی در مخازن A و B ملاس از نظر بریکس انجام شد؛ فرمان انتقال ملاس اعمال می شــود. همچنین جهت جلوگیری از سرریز و یا کاهش بیش از حد سطح مخزن ذخیره، ابعاد لوله ورودی ملاس و مخزن تحت‌فشار محاســبه شد. ملاس از مخزن ذخیره به صورت ثقلی وارد مخزن تحت فشــار شد؛ این بدان معناســت که مخزن ذخیره بر این سیستم از نظر ارتفاع غالب اســت. سپس شیرهای ورودی ملاس و خروجی هوا بسته و شیرهای ورودی هوا و خروجی ملاس باز شد. در اثر اعمال فشار هوا روی سطح ملاس، سیال شــروع به انتقال به ارتفاع موردنظر بر اساس فشار اعمال‌شــده می‌نماید (سطح ۱۴متری در مخازن ذخیره). پس از تخلیه مخزن، شیر ورود هوا و خروج ملاس، بسته و شیر تخلیه هوا باز و سپس سیکل فوق، مجدداً تکرار شد. تعداد دفعات عمل‌کرد سیستم، بر اساس جلوگیری از سرریز و یا کاهش بیش از حد لول مخزن ذخیره، تنظیم شد. شــیرهای کنترلی، بر اساس فرمان لول‌سنج‌ها، عمل کرده و به سیســتم اتومات اتاق فرمان متصل شــد. به منظــور جلوگیری از رسوب‌گذاری و سخت‌شدن رســوبات و نیز، انجام عملیات شستشو در هنگام توقف طولانی‌مدت سیستم مسیرهای بخار، تعبیه شد.



شکل ۵- سیستم پنوماتیک در انتقال ملاس

نتایج و بحث

سود حاصل در نتیجه استفاده از سیستم انتقال ملاس با هوای فشرده: این سیستم را می‌توان جایگزین الکتروگیرپمپ های ملاس A,B,C کرد. با توجه به این که هدف اصلی هر بنگاه اقتصادی، افزایش میزان سودآوری نسبت به هزینه است، لذا محاسبه و مقایسه هزینه‌های پمپ‌های قدیمی با سیستم جدید، نشان داد که استفاده از این سیستم می‌تواند به میزان قابل‌توجهی در صرفه‌جویی هزینه‌ها موثر باشد. جدول۲ مقایسه ای از هزینه‌های هر سیستم، ارائه می‌دهد. با توجه به اطلاعات جدول ۲، به طور کلی در صورت خرید الکتروپمپ‌های تولید داخل، مشاهده می‌شود که مجموع هزینه احداث و بهره‌برداری یک سال برای گیرپمپ و مونوپمپ -در مقایسه با سیستم انتقال با فشار هوا به ترتیب حدود ۷۸,۵٪ و ۴۸,۳٪ بیشتر خواهد بود.

جدول ۲- مقایسه هزینه‌های احداث و بهره‌برداری در گیرپمپ، مونوپمپ و سیستم انتقال با فشار هوا

نام سیستم	نوع هزینه	الکترو گیرپمپ	مونوپمپ	سیستم انتقال با فشارهوا
هزینه* احداث به ازای یک دستگاه (ریال)	خرید گیرپمپ برند اروپائی به همراه موتور و گیربکس	۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰۰	-
	خرید گیرپمپ برند داخلی به همراه موتور و گیربکس	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰۰	**۳۰۰۰۰۰۰۰
	احداث فونداسیون بتنی و لوله‌کشی و اتصالات مربوطه	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	-
هزینه نگهداری (ریال)	برای یک بهره‌برداری (به ازای یک دستگاه)	۱۰۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	-

*کلیه هزینه‌ها مربوط به ابتدای سال ۱۳۹۶ شمسی (۲۰۱۷م) می‌باشد.
**مربوط به محاسبات و طراحی اولیه، ساخت مخزن، خرید و نصب شیرهای کنترلی، خرید و نصب شیر ایمنی، خرید و نصب لیمیت سوئیچ و انجام کابل‌کشی شیر لوله‌کشی هوا بوسیله شیلنگ‌های مخصوص.

لازم به ذکر است در این شرکت، به‌دلیل مشکلات گیربکس این پمپ ها و عدم دسترسی به چرخ دنده های با کیفیت مناسب پس از صرف هزینه‌های زیاد برای ساخت چرخ دنده نیاز به تعویض کامل گیربکس و جایگزین‌نمودن با گیربکس برند داخلی بود. سیستم ارسال ملاس بوسیله فشار هوا، نیازی به احداث فونداسیون نداشته، و از مسیرهای لوله‌کشی و اتصالات نصب‌شده قبلی پس از ایجاد ارتباط بین آنها و سیستم فشار هوا می‌توان استفاده نمود. به‌علاوه، در طول بهره‌برداری، با توجه به اینکه سیستم هیچ‌گونه استهلاک مکانیکی ندارد و تنها ممکن است شیرهای کنترلی و لیمیت‌سوئیچ‌ها، نیاز به تنظیم و یا تعمیر داشته باشند، می‌توان هزینه‌های تعمیرات و قطعات یدکی را ناچیز برشمرد. با توجه به این که درکارخانه شکر شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی، در هر سالن شکرخام، هفت دستگاه الکتروپمپ ملاس نصب بود، لذا در مجموع، حدود ۷۰۰۰۰۰۰۰ ریال، هزینه تعمیر و نگهداری و مصرف انرژی آنها در طول هر بهره‌برداری بوده؛ که البته هزینه محاسبه‌شده در شرایطی است که تعمیر اساسی نیاز نباشد، در مونوپمپ ها بدلیل حساسیت روتور و استاتور آنها مبلغ هزینه تعمیرات و نگهداری می‌توانست بیشتر باشد. در صورتی که با طراحی سیستم جدید، می‌توان الکتروپمپ‌های فوق را تنها بوسیله سه دستگاه سیستم فشار هوا با هزینه بسیار کمتر، جایگزین کرده و از مزایای فنی و اقتصادی آن استفاده نمود. همچنین هزینه مربوط به تعمیر و نگهداری، در این سیستم، به حداقل (<۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال برای هر ۳ مخزن) رسیده است.

جمعیت علمی فن آوری نیشکر ایران
سال هشتم ■ زمستان ۹۷ ■ شماره چهل و چهارم

نتایج حاصل از استفاده از سیستم انتقال ملاس با فشار هوا نشان داد، با استفاده از این سیستم، مشکلات مطرح‌شده برای پمپ های دنده‌ای و مونوپمپ ها، برطرف شده؛ به‌علاوه با توجه به حذف هزینه‌های مرتبط با خرید، تعمیرات و مصرف برق و انرژی در پمپ ها و نیز کاهش هزینه ساخت و احداث و راه‌اندازی این سیستم در کنار عدم نیاز به نیروی انسانی تخصصی، روشی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. همچنین لول‌سنج و شیر کنترلی ساده و با سایز و تعداد کم، تنها قطعات فعال این سیستم می باشند، لذا بهره‌برداری و هزینه تعمیر و نگهداری آنها بسیار کم است. در این سیستم به هیچ عنوان، امکان نشتی و ایجاد ضایعات و آلودگی های زیست محیطی وجود نداشته و در صورت ایجاد هرگونه نشتی، به‌راحتی قابل‌رفع می‌باشد. به‌علاوه، مقدار بریکس ملاس در این روش محدودیتی ندارد. با توجه به این که یکی از معایب سیستم‌های پنوماتیک، ایجاد صدای زیاد است [۵]، در این طرح، جهت کاهش صدای تخلیه هوای مخزن تحت فشار، اقدام به نصب صداگیر و انتقال لوله تخلیه به خارج از سالن شد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان می دهد سیستم انتقال ملاس با فشار هوا، علاوه بر این که به عنوان یک جایگزین مناسب با سیستم‌های الکتروپمپ های مرسوم، در فرایند انتقال ملاس در کارخانجات تولید شکر بکار گرفته شود، برای سایر صنایع نیازمند انتقال سیال با گرانروی بالا، نیز قابل استفاده بوده و پیشنهاد می گردد.

منابع

[۱] پورتر، مایکل، استراتژی رقابتی، ترجمه مهرپویا، عباس، مجیدی، جهانگیر، نشر رسا، ۱۳۹۶.

[۲] جی بلت، فرانک، فیزیک پایه: سیالات، حرارت و امواج (جلد ۲)، ترجمه خرمی، محمد، انتشارات فاطمی صفحه ۳۵۷.

[۳] محبی، محمد، خزانی پور، امیر، بررسی نقش کارآفرینی، رقابت‌پذیری و نوآوری در رشد اقتصادی، دومین همایش ملی کارآفرینی و رقابت پذیری، ۱۳۹۳.

[۴] مهدیه، آرمین، فناوری تولید شکر در ایران (مجموعه دستورالعمل‌های فرآیند تولید شکر، نشر کردگار، ۱۳۹۳.

[5] Bungau, C., Mirtan, T., Vesselenyi, T., Craciun, D., design of the system drive to the Peneumo-Vehicle with linea engine in 2 cylinders, Proceedings of 2012 International Conference of Hydraulics and Pneumatics - HERVEX 9-7 November, Calimanesti-Caciulata, Romania.

[6] Parr, Andrew., Hydraulics and Pneumatics a technician's and engineer's guid, Second edition, 2006, pp 8.

[7] Qazizada, M.E., Pivarčiová, E., Pivarčiová, E., Bialy, W., Comparison of Gear and Peripheral pumps performance, evaluation of their reliability at operation region, International Journal of Safety Science Vol. 01, No. 2017) ,02), pp. 39-29.

عنوان مقاله:

ارزیابی روش های مکانیزه برداشت نیشکر به لحاظ فنی، اقتصادی و زیست محیطی با روش تحلیل مسیر

Evaluation of Mechanized methods for sugarcane harvesting in terms of technically, economically and environmentally with Route Analysis Method

نویسنده مسئول: کورش اندکایی زاده
دانشجوی دکتری رشته مکانیزاسیون کشاورزی- انرژی، دانشگاه شهید چمران اهواز
Email: andekaikorosh1991@gmail.com
محمد رسول عقیفی
دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز
صادق نوروزی
دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

چکیده

نیشکر یک گیاه مهم و استراتژیک در استان خوزستان است به همین دلیل انتخاب روش برداشت مناسب این محصول ضرورت پیدا می کند. خوزستان که بیشترین مزارع نیشکر ایران را دارا می باشد به طورکلی به منظور برداشت نیشکر یا به صورت سبز و یا به صورت سوخته عمل می شود. در این تحقیق دو سیستم برداشت سبز و سوخته نیشکر با توجه به پارامترهای فنی، اقتصادی و زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. در این روش پارامترهای اقتصادی، زیست محیطی و اقتصادی برای هر یک از روش ها نمره گذاری شدند و سپس با نرم افزار SPSS تحلیل روی ارتباط این پارامترها بر روی هر روش برداشت صورت گرفت. نتایج نشان داد که عوامل اقتصادی و زیست محیطی تاثیر معنی داری بر روی روش برداشت دارد ولی به لحاظ فنی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. ولی فاکتور زیست محیطی با ضریب استاندارد ۰/۷۴۶ نسبت به عامل اقتصادی با ضریب استاندارد ۰/۳۸۷ تاثیر بیشتری بر روی روش های برداشت داشت.

واژگان کلیدی: نیشکر، برداشت، تحلیل مسیر، زیست محیطی

مقدمه

ایران پس از کشور استرالیا مهمترین عملکرد نیشکر را در سطح جهان دارد. نیشکر در ایران به خوزستان اختصاص دارد که از نظر اقلیمی برای کشت این گیاه در جهان استثنایی می باشد. خوزستان تنها منطقه ای در جهان می باشد که توانسته است تا ۲۲۰ تن نی در هکتار تولید کند. به طورکلی به منظور برداشت نیشکر یا به صورت سبز و یا به صورت سوخته عمل می شود [۴]. اصلی ترین محصول استحصال از نیشکر، شکر است که میزان آن با توجه به رقم، شرایط جغرافیایی و اقلیمی متفاوت، و معمولا به ۱۲-۱۰ درصد می رسد [۳]. شکر علاوه بر مصرف در تغذیه انسان، تغذیه دام، تولید انرژی و سوخت، تولید مواد شیمیایی، در پزشکی و سایر صنایع، سیمان، بتن، قالب گیری، ذوب فلزات، چرم سازی، مواد پاک کننده، نرم کننده و مواد منفجره استفاده می شود[۶] از یک سو افزایش تقاضای جهانی برای شکر (افزایش نرخ رشد مصرف سرانه) و از سوی دیگر کاربرد آن در تولید اتانول این محصول را به یک کالای استراتژیک تبدیل کرده است که وزارت جهاد کشاورزی در راستای اهداف کلان توسعه ای کشور و بها محوریت خودکفایی در تولید محصولات اساسی در سالهای اخیر توجه خاصی به افزایش تولید و کاهش ضایعات مبذول داشته است [۸].

برداشت سوخته

تولید کنندگان نیشکر در سراسر دنیا بدلیل کاهش خطر آفات مزرعه ای، افزایش راندمان حمل نی خالص به کارخانه از روش سوزاندن نیشکر بعنوان یک روش مرسوم قبل از شروع به عملیات برداشت استفاده می نمودند [۷]. فرآیند آتش زدن مزرعه در یک مزرعه از پیش تعیین شده محصور شروع می شود که باعث سوزانده شدن قسمت های لیفی شکل و برگ های اضافی خشک روی ساقه اصلی نی خواهد شد [۶]. مطالعات قبلی نشان می دهد که مواد لیفی متشکل از حدود ۳۷٪ از کل ساقه گیاه خشک نیشکر است. آتش زدن

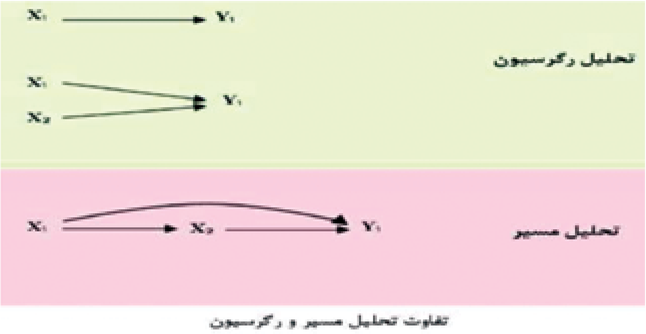
مزرعه قبل از برداشت باعث سوختن ۸۰٪ از مواد لیفی نی ها شده که باعث بهبود ۴۰-۳۰٪ بر روی راندمان دروگرها خواهد شد [۱۳]. علاوه بر آن سوزاندن نی باعث میشود تا نی های خالص و عاری از هرگونه مواد ناخواسته به واحد آسیاب کارخانه منتقل شده و راندمان کارخانه افزایش یابد. کاهش مواد خشبی و لیفی باعث کاهش ضایعات در فرآیند تولید شکر از قبیل خاک رُس چسبنده، شن، و گل حاوی شکر خواهد شد [۱۸]. اما از طرفی سوزاندن نی اثرات منفی مختلفی بر عملکرد شکر خواهد داشت. این فرآیند باعث کاهش میزان ساکارز که منجر به کاهش میزان استحصال استخراج شکر منتهی خواهد شد [۱۲]. هم چنین نی سوزانده شده بدلیل جلوگیری از تخمیر ساکارز و تبدیل به اتانول می بایست تا ۱۵ روزمورد فرآوری قرار گیرد حتی اگر نی بطور ساقه تمام قد برداشت شده باشد. سوزاندن نی باعث از بین رفتن واکس یا موم روی سطح نی و برگ شده و استخراج عصاره آسانتر خواهد شد. در سال های اخیر سوزاندن پیش از برداشت مزارع نیشکر تبدیل به یک نگرانی مهم زیست محیطی برای جمعیت های محلی شده است هم چنین فشارهای عمومی ضد سوزاندن نی در مزارع بدلیل نگرانی های زیست محیطی و بهداشتی در سراسر جهان افزایش یافته است [۱۴]. گزارش شده است که آلودگی ناشی از سوزاندن نی باعث تاثیر منفی بر سیستم تنفسی جمعیت های محلی ساکن در نزدیکی مزارع خواهد شد [۱۵].

برداشت مزارع سبز

در فرآیند برداشت به روش سبز، نی ها بدن هیچگونه عملیاتی از قبیل سوزاندن، حذف مواد برگی و خشبی قبل از برداشت برداشت میشوند. روش های مکانیزه معمولی در ماشین های برداشت وجود دارد که مواد خشبی و برگی ساقه های نی را جدا سازی کرده و بر روی سطح مزرعه تخلیه می کند. از منظر تعادل مواد مغذی خاک و اثرات زیست محیطی این فرآیند می تواند بعنوان راهکاری پایدار در مقایسه با برداشت سوخته در نظر گرفت [۱۱]. بقایای بجا مانده در مزرعه می تواند باعث کنترل علف های هرز، کاهش اُفت رطوبت خاک و کاهش فرسایش خاک موثر باشد. بقایای گیاهی باعث بهبود در چرخه مواد مغذی خاک اثر مثبتی دارند و مواد مغذی در رشد سالم گیاهی که که بقایا به خاک اضافه شده نقش دارند. بنابرین بقایای گیاهی مواد مغذی خاک را افزایش و تولید را ارتقا خواهد داد. هزینه کنترل علف های هرز تا ۳۵٪و آبیاری تا ۱۰٪ در برداشت سبز کاهش می یابد.حاصلخیزی خاک در سیستم برداشت سبز از طریق افزایش نسبت کربن ۰،۴۷ به ازت ۰،۰۷ میلی گرم/هکتار/سال در سیستم برداشت سبز نیز افزایش می یابد [۱۷] در بخش قبل در مورد چگونگی اثر سوزاندن مزارع بر کنترل آفات بحث شد. اما یک آفت بنام کرم ساقه خوار به هنگام آتش زدن مزارع نیشکر بوسیله دود حاصله تحریک و جمعیت آنها افزایش خواهد یافت و از اینرو کرم ساقه خوار نیشکر تهدیدی برای مزارع نیشکر محسوب خواهد شد [۱۶]. طی مطالعه ای نشان دادند روش برداشت سبز نیشکر می تواند آسیب های وارده به نیشکر را کاهش دهد زیرا سطح مزرعه پوشیده شده با بقایا و سرشاخه های نیشکر می تواند درکاهش انتشار تخم حشرات و افزایش تلفات لارو آنان موثر باشد[۱۰] عمده ترین چالش برداشت به روش سبز افزایش میزان مواد خارجی (از قبیل سرنی، مواد لیفی و خشبی) که به شدت بر روی ظرفیت بارگیری ماشین تاثیر گذار است[۵].

روش تحلیل مسیر

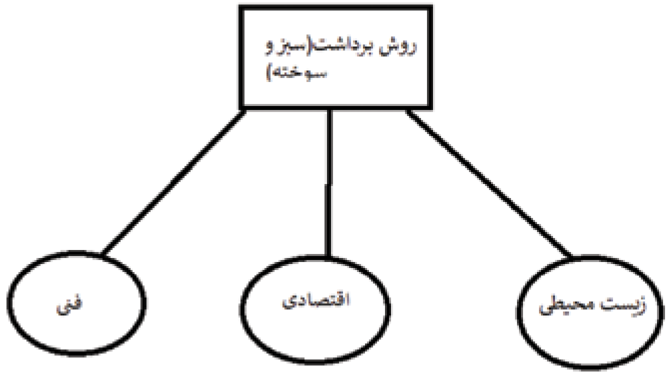
برای اولین بار توسط یک بیولوژیست به نام Swell wrigth در سال ۱۹۳۴ ابداع شد. در ارتباط با همبستگی بین دو متغیر در یک سیستم علی به کار می رود. تعمیم یافته مدل رگرسیون چند متغیره می باشد. در تحلیل مسیر با چندین معادله رگرسیون استاندارد شده مواجه هستیم در حالی که در روش رگرسیون چند متغیره تنها با یک معادله سرو کار دارد. قابلیت سنجش تاثیرات غیر مستقیم نیز وجود دارد.



شکل ۱- تفاوت تحلیل مسیر و تحلیل رگرسیون

مواد و روش ها

دو روش برداشـــت سـبز و سـوخته جداگانـه در ۱۳ مرتبه طبق نظر کارشناسـان براسـاس عوامل فنی (Technical)، زیسـت محیطی (Environment) و اقتصادی (Economy) بیـن ۱ تـا ۹ ارزش گذاری شدند و سپس در نرم افزار SPSS با روش تحلیل مسیر مورد تحلیل قرار گرفت. شکل ۲ الگوریتم مربوط به ارتباط متغیرهای مستقل و وابسته را نشان می دهد.



شکل۲- ارتباط متغیرهای مستقل و وابسته

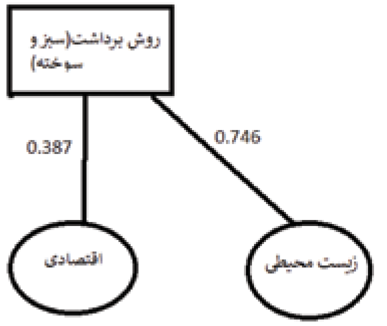
در نـرم افزار SPSS وارد گزینه analysis شـده و Regression و linear را زده و ارتباط متغیرهای وابسته روش برداشت سبز (Green Harvester) و برداشت سوخته (Burn Harvester) و متغیرهای مستقل فنی (Technical)، زیست محیطی (Environment) و اقتصادی (Economy) را مورد بررسی قرار گرفت.

جدول۱- ارزیابی عوامل فنی (Technical)، زیست محیطی (Environment) و اقتصادی (Economy) بر روی روش های برداشت نیشکر

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
۱	(Constant)	۰/۴۹۶	۰/۱۲۶		۳/۹۳۶	۰/۰۰۱
	Economy	۰/۰۹۶	۰/۰۲۵	۰/۳۸۷	۳/۹۱۱	۰/۰۰۱
	Technical	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۷۵	۰/۷۲۰	۰/۴۷۹
	Environment	۰/۱۶۸	۰/۰۲۲	۰/۷۴۶	۷/۴۷۰	۰/۰۰۰

a. Dependent Variable: M.Harvester

نتایج جدول ۱ نشان داد که عوامل اقتصادی و زیست محیطی بدلیل اینکه سـطح معنی داری آنها کمتر از ۰/۰۵ است تاثیر معنی داری بر روی روش برداشـت دارند ولی از نظر فنی معنی دار نبوده اسـت. از ضرایب استاندارد بدسـت آمده در جدول ۱ درصد معنی داری عامل زیسـت محیطی بیشـتر از عامل اقتصادی است که در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- میزان معنی داری عوامل مستقل بر روی متغیر وابسته

نتایج و بحث

نتایج نشـان داد که مسـائل فنـی تاثیر معنـی داری بر روی روش برداشت نداشـته است. در طی تحقیقی که اندکایی زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی ارزیابی ویژگی های کمی و کیفی دو روش برداشت نیشـکر (با هدف تولید انرژی و تولید شـکر) انجـام دادند. انتخاب سیسـتم مناسـب برداشـت نیشـکر باید با توجه به هدف برداشت صـورت گیرد. سیسـتم برداشـت با هـدف تولید انرژی (برداشـت سـبز) دارای مصرف زیاد انرژی اسـت؛ که این مـورد باعث افزایش هزینه های عملیاتی می شـود. ولی از طرفی کیفیت گیاه و بیوماس به دسـت آمده از آن، بهتر اسـت، ولیکن در روش برداشت با هدف تولید شکر(سوخته یا سبز، بیشتر سوخته) دارای مصرف بهینه انرژی اسـت. ولیکن از لحاظ کیفی گیاه در شـرایط مناسبی قرار ندارد. به همین دلیل قبل از کشـت محصول باید هدف از برداشـت محصول مشخص شود. در تحقیقی دیگر نوروزی و همکاران (۱۳۹۴) بر روی تحلیـل و مقایسـه ضایعات کمی و کیفی ناشـی از تأخیر زمانی در آسـیاب نیشکر سبز و سوخته در استان خوزستان انجام دادند. نتایج میزان افزایش نسـبت کیفیت در نیشـکر سوخته نسبت به برداشت سبز ۶/۹ برابر بوده است. این نشان می دهد از لحاظ فنی بستگی به هدف برداشت از نیشکر دارد در صورتی که عوامل زیست محیطی و اقتصادی بیشترین تاثیر را در دو روش برداشت سبز و سوخته دارد.

نتیجه گیری

نتایج نشـان داد عامل فاکتور زیسـت محیطی با ضریب اسـتاندارد ۰/۷۴۶ نسـبت به عامـل اقتصادی با ضریب اسـتاندارد ۰/۳۸۷ ، به عبارتی به میزان ۵۲ درصد بیشـتر از عامل اقتصادی تاثیر بیشتری بر روی روش های برداشـت داشـت. که این نشان می دهد هدف از انتخاب روش برداشـت سـبز بیشـتر جنبه های زیست محیطی آن است و در مرحله دوم جنبه های اقتصادی آن است.

منابع

۱- نوروزی، ص.، آسودار، م.، ا.، مرزبان، ا و مرادی تلاوت، م، ر. ۱۳۹۴. تحلیل حساسیت به تاخیر در عملیات برداشت سبز و سوخته نیشکر در اسـتان خوزسـتان. اولین کنفرانس سـالانه تحقیقات کشاورزی ایران. موسسه عالی علوم فناوری و خوارزمی، شیراز. ۸ صفحه.

۲- اندکایی زاده، ک.، م، ج، شیخ داودی و بی ریا، م. ۱۳۹۷. ارزیابی ویژگی های کمی و کیفی دو روش برداشـت نیشکر (با هدف تولید انرژی و تولید شکر). نشریه ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ۸، شماره ۱، ص ۲۱۳-۲۲۱.

۳- نـوروزی، ص.، آسـودار، م.، ا.، مرزبـان، ا و مـرادی تلاوت، م، ر. ۱۳۹۴. تحلیل و مقایسه ضایعات کمی و کیفی ناشی از تأخیر زمانی در آسیاب نیشکر سبز و سوخته در استان خوزستان. اولین کنفرانس سـالانه تحقیقات کشـاورزی ایران. موسسـه عالی علـوم فناوری و خوارزمی، شیراز. ۱۰ صفحه.

۴- شوشـتری، م. ب، احمدیان، س و اصفیاء، ا. ۱۳۹۱. کتاب نیشکر در ایران، انتشارات آییژ، ۳۱۰ ص .

۵- میر مجیدی، ع، بهمری، ه، مینایی، س، شاهدی، م و افدیده، ع. ۱۳۸۸. برنامه راهبردی کاهش ضایعات. محصولات کشاورزی (باغی، زراعی و سلبزی و صیفی) در مراحل پس از برداشت، چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۴۱-۱۳۷.

6- Larrahondo, J. E., Briceno, E. O., Rojas, M., and Palma, A. E., 2002. “Postharvest sugar losses in sugarcane: varietal difference and effect of harvesting method”. Advances in the chemistry and processing of beet and cane sugar: Proceedings of the 2002 Sugar Processing Research Conference held in New Orleans, Louisiana, USA. PP: 226-219.

7-Gomez, J., Chapple, D., and Mcdonald, L. 2006. “Sugar losses in burnt and green Cane harvesting in Argentina”. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technology. 298-291 :8.

8-Balocco, C., and D. Verdesca. 2007. Shannon entropy for energy technologies ex-ante evaluation. International

9-Journal of Environmental Technology and Management 217-197 :(2/1)7.

10-Knoll, J. E., W. F. Anderson, T. C. Strickland, R. K. Hubbard, and R. Malik. 2012. Low-input production of

11-biomass from perennial grasses in the coastal plain of Georgia, USA. Bioenergy Research 214-206 :(1) 5.

12-Mantoam, J. E., M. Milan, M. L. Gimenez, and L. Th. Romaneli. 2014. Embodied energy of SC harvesters.

13-Biosystem Engineering. 166-155.

14-Mathanker, S. K., H. Gan, J. C. Buss, B. Lawson, A. C. Hansen, and K. C. Ting. 2015. Power requirements and

15-field performance in harvesting EC and SC. Biomass and Bioenergy 234-227 :75.

16- Mislevy, P., and R. C. Fluck. 1992. Harvesting operations and energetics of tall grasses for biomass energy production: a case study. Biomass Bioenergy 387-381 :(6) 3.

17- Abubakar, M., and B. Umar, 2006. Comparison of energy use patterns in Maiduguri and yoke flour mills Nigeria. The CIGR Journal of Scientific Research and Development, Agricultural Engineering International 16.

عنوان مقاله:

پیش‌بینی روند تغییرات شوری آب زیرزمینی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی بهینه شده (مطالعه موردی: کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی)

Prediction changes of Groundwater salinity Using an Optimized Artificial Neural Network model (Case Study; Salman Farsi sugarcane plantation)

نویسنده مسئول: عاطفه صیادی شهرکی
دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز
Email: sayadi.atefeh@gmail.com
عبدعلی ناصری
استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، مرکز پژوهشی زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز
سعید برومندنسب
استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، مرکز پژوهشی زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

آزمایش‌های مزرعه‌ای به منظور شناخت شرایط موجود سامانه‌های زهکشی مفید هستند، اما محدودیت‌های قابل توجهی نیز دارند. از جمله این‌که، این آزمایش‌ها را نمی‌توان برای پیش‌بینی استفاده کرد. کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی این محدودیت‌ها را تا حدود زیادی برطرف می‌کند. اما قبل از کاربرد چنین مدل‌هایی، درستی نتایج بدست آمده از آن‌ها باید با نتایج آزمایش‌های مزرعه ای مقایسه گردد. در این پژوهش از مدل شبکه عصبی مصنوعی تلفیقی با الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات و الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی شوری آب زیرزمینی استفاده شده است. بدین منظور مزرعه R۸-۷ از مزارع نیشکر سلمان فارسی خوزستان انتخاب گردید و از اطلاعات شوری آب زیرزمینی پیزومترهایی که در فواصل و اعماق مختلف از جمع‌کننده زهاب این واحد از آبان ۱۳۹۲ تا مهر ۱۳۹۳ به‌صورت روزانه برداشت شده بود، استفاده شد. نتایج نشان داد که دقت مدل شبکه عصبی آموزش داده شده با الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات بالاتر از مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک است، بطوری‌که میانگین آماره‌های محاسبه شده RMSE، MAE و R۲ در مرحله آزمون برای شوری آب زیرزمینی با مدل شبکه عصبی مصنوعی به‌ترتیب برابر ۰/۰۸۵، ۰/۷۲۷۵ و ۰/۹۲ و با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته با الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات به ترتیب برابر ۰/۰۱۱، ۰/۱۵ و ۰/۹۸ بدست آمد. بنابراین با توجه به کارایی بالای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی می‌توان از آن‌ها جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی و حصول اطمینان از نتایج پایش و کاهش هزینه استفاده کرد.

مقدمه

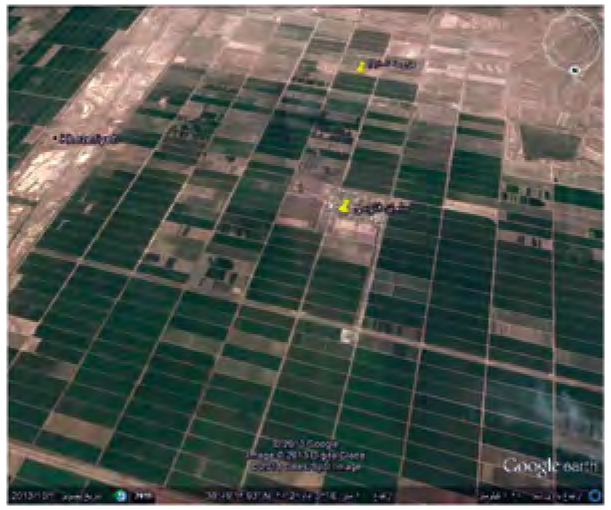
در حال حاضر در کشور ما حدود ۳۰ درصد از اراضی تحت آبیاری بدلیل شوری بالای آب زیرزمینی و سطح ایستابی کم عمق، شور می‌باشند که برای استفاده از این اراضی باید آبشویی صورت گیرد (جرعه نوش و سپاسخواه، ۲۰۰۳). اما بعد از اجرای عملیات آبشویی نیز معضل و مشکل شور شدن دوباره اراضی از طریق تبخیر و تعرق شدید گیاه و غلیظ شدن محلول خاک در محدوده رشد و فعالیت ریشه‌ها وجود دارد که می‌تواند رشد طبیعی گیاه کشت شده را تهدید نماید. بنابراین جلوگیری از شور شدن دوباره اراضی و کنترل شوری خاک در حد قابل قبول نباید از نظر دور بماند. اراضی جلگه خوزستان مانند اراضی تحت شبکه‌های آبیاری و زهکشی و کشت و صنعت‌های نیشکری و ...، اراضی با سطح ایستابی کم عمق و شور می‌باشند. قبل از احداث سدهای کارون و کرخه در خوزستان بدلیل سیلاب وسیعی که اراضی این دشت‌ها را فرا می‌گرفت، باعث می‌شد که این آب‌ها ضمن نفوذ به داخل خاک، املاح موجود در آب و خاک را نیز با خود به آب زیرزمینی کم عمق منتقل کنند. از طرفی چون میزان تبخیر در این منطقه بالا بوده بخشی از آب زیرزمینی در اثر صعود شعریه تبخیر شده و باعث افزایش شوری آب زیرزمینی گردیده است. این فرآیند سال‌های سال تکرار و باعث شده است تا شوری آب زیرزمینی بسیار زیاد شود و به لایه‌های نزدیک به سطح زمین برسد به طوری‌که در اکثر این مناطق لایه‌های نمک و مردابی بودن را در سطح زمین می‌توان مشاهده کرد. بعد از احداث سد بر روی رودخانه کارون و اجرای شبکه آبیاری و زهکشی در اراضی کشت و صنعت نیشکر به منظور احیاء

اراضی می‌توان شوری بالایی برای زه آب خروجی و هجوم آب شور از لایه‌های پایین به سطح زمین انتظار داشت که بررسی تغییرات و پیش‌بینی بار هیدرولیکی(هد آب) و شوری آب زیرزمینی نسبت به عمق خاک در طول فصل آبیاری مورد ارزش و اهمیت قرار می‌گیرد. مدل‌سازی در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیش‌بینی ترازآب‌های زیرزمینی و شوری یکی از مسائل مهم در مطالعات مزرعه‌ای تلقی می‌شود که یکی از اهداف اصلی بیشتر مدل‌سازی‌ها در این علم به شمار می‌رود. استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در مطالعات دهه اخیر، نشان می‌دهد این مدل توانایی بالائی در کشف رابطه بین داده‌ها و شناخت الگوها دارند. شبکه‌های عصبی مصنوعی از لحاظ عملکرد، مدل‌های بسیار کارآیی هستند که سرعت محاسباتی آنها کاملاً مستقل از پیچیدگی ریاضیاتی الگوریتم‌ها یا روش مورد استفاده در تهیه مثال‌های آنها است. شبکه عصبی مصنوعی (ANN[1]) یک سامانه پردازشی داده‌ها است که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهده پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. در این شبکه‌ها به کمک دانش برنامه نویسی، ساختار داده‌ای طراحی می‌شود که می‌تواند همانند نرون عمل کند. بعد با ایجاد شبکه‌ای بین این نرون‌ها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش می‌دهند. یک شبکه عصبی مصنوعی سامانه‌ای با تعداد زیادی ورودی و تنها یک خروجی می‌باشد. از معضلاتی که در استفاده از شبکه عصبی معمول وجود دارد، مسئله آموزش آن می‌باشد که در انجام این پایان نامه با استفاده از الگوریتم آموزشی بهینه‌سازی تجمع ذرات تلاش می‌شود این مشکل برطرف شود. الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات (PSO[2]) یک الگوریتم بهینه‌سازی فرا اکتشافی است که از حرکت گروهی پرندگان (و دیگر حیواناتی که به شکل گروهی زندگی می‌کنند) الگو گرفته است. این مدل یک الگوریتم عمومی برای یافتن بهترین جواب در یک فضای ابعادی می‌باشد. در این فضا فرضیه ترسیم می‌گردد و هرذره با یک سرعت اولیه‌ای، میان ذرات همانند یک کانال ارتباطی، ارتباط برقرار می‌کند و سپس ذره در میان فضای حل مسئله حرکت نموده و بر اساس ملاک شایستگی، عملیات ارزیابی انجام می‌پذیرد. بعد ازهر بازه زمانی ذره با شتاب به سوی ذره‌های دیگر داخل گروهشان که ارزش و شایستگی بیشتری دارند حرکت می‌کنند. هر طرح در این جمعیت به عنوان یک ذره (عضو) در گروه شناخته می‌شود. با توجه به اهمیت پیش‌بینی شوری آب زیرزمینی از نقطه نظرهای مختلف، یافتن روشی مناسب در این خصوص دارای اهمیت می‌باشد. در سال‌های اخیر کاربرد مدل‌های هوشمند برای پیش‌بینی به سرعت رو به افزایش است که دلیل این امر به آسانی کاربرد و دقت بالای این مدل‌ها در تقریب معادله‌های غیرخطی و پیچیده ریاضی برمی‌گردد. موسوی جهرمی و گلابی (۲۰۰۸)، پارامترهای کیفی رودخانه کارون (EC ، SAR و TDS) را با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی کرده و دقت مدل را در شبیه‌سازی بیش از ۹۰ درصد اعلام نمودند. ساعی و همکاران (۲۰۰۹)، نیز از مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی شوری خاک استفاده کردند و کارائی خوب این مدل را در پیش‌بینی شوری خاک تایید نمودند. معاشری و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از مدل شبکه عصبی و بهینه‌کردن نتایج این مدل بر اساس بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک، مقادیر نیترات را در دشت بیرجند پیش‌بینی نموده‌اند. نتایج این تحقیق قابل اطمینان بودن این مدل در پیش‌بینی نیترات با ضریب همبستگی ۰/۸۳ را نشان داد. احمدی و همکاران(۱۳۹۴)، به پیش‌بینی عمق سطح آب زیرزمینی آبخوان‌های نجف آباد با استفاده از شبکه عصبی آموزش دیده با الگوریتم تجمع ذرات پرداختند و بیان کردند که می‌توان از مدل الگوریتم تجمع ذرات به عنوان یک مدل شبیه‌ساز به مدل‌های بهینه‌سازی یا جهت پیش‌بینی سناریوهای مختلف منابع آب استفاده کرد. سرنگی و همکاران (۲۰۰۶)، در پژوهشی با استفاده از شبکه‌های عصبی شوری نیمرخ خاک و خروجی زهکش‌ها را در یک منطقه آزمایشی در هندوستان پیش‌بینی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد شبکه عصبی در پیش‌بینی شوری خروجی زهکش‌ها بالاترین عملکرد را دارد. ترا اوره و گاون (۲۰۱۲)، از مدل برنامه ریزی بیان ژن برای تخمین تبخیر و تعرق در منطقه‌ای در آفریقا پرداختند و دقت این مدل را قابل قبول گزارش نمودند. هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی روند تغییرات شوری آب زیرزمینی با استفاده از دو مدل ANN و ANN+PSO در کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی می باشد.

1-Artificial Neural Network
2-Particle swarm optimization

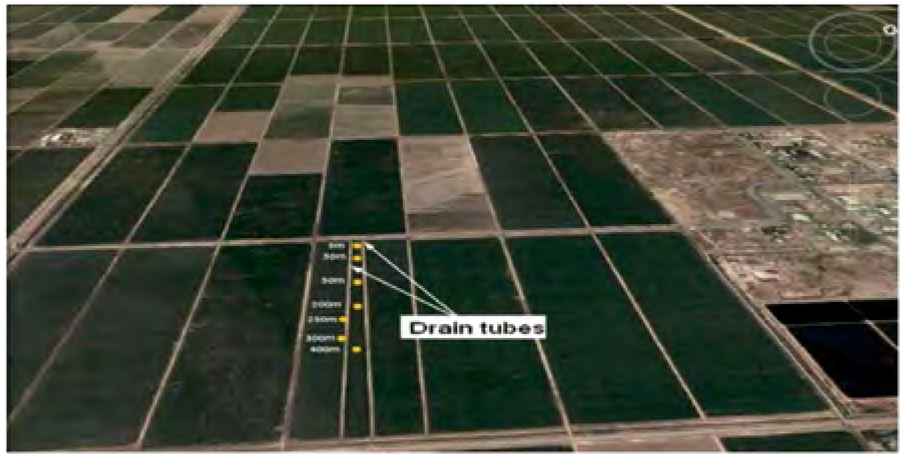
مواد و روش ها

منطقـه مورد مطالعه: ایـن پژوهش با اسـتفاده از اطلاعات جمع‌آوری شـده از مزرعه‌R ۸-۷ کشـت و صنعت نیشکر سـلمان فارسی در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شـد. مسـاحت ناخالص این واحد کشت و صنعت نیشـکر ۱۲۰۰۰ هکتار می باشـد و در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان اهواز مرکز اسـتان خوزستان و شـرق رودخانه کارون قرار گرفته است. اراضی این واحد کشـت نیشکر ۲۵ هکتاری بوده که در کل دارای ۴۸۰ مزرعه می باشـند. شـکل (۱) نحوه تقسیم بندی اراضی و محل تحقیق در کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی را نشان می‌دهد.



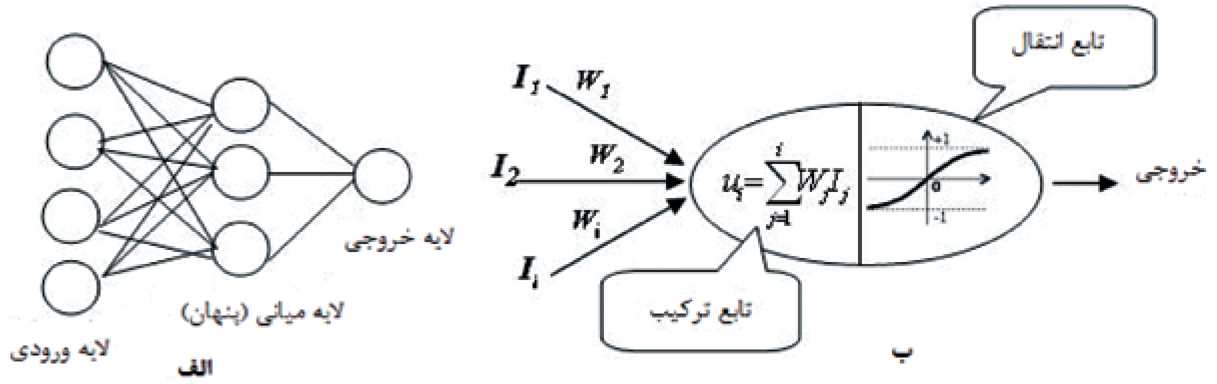
شکل ۱- نحوه تقسیم بندی اراضی و محل تحقیق در کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی

پارامترهـای ورودی مـدل: از آن‌جایی که برای رسـیدن به اهداف این تحقیـق نیاز به تعـداد بالاو اندازه گیری بلندمـدت پارامترهای ورودی مدل (حجم آب آبیاری، شـوری آب آبیاری، شـوری زهاب، و شـوری آب زیرزمینی) بود، لذا از داده‌های اندازه‌گیری و گردآوری شـده توسط مختاران (۱۳۹۳) اسـتفاده گردید. وی مطالعاتی بر روی فصل مشترک آب شـور و شـیرین در مزرعه R ۸-۷ از کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسـی انجام داده است. در این پژوهش هفت دسته پیزومتر در فواصل ۵، ۳۰، ۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ متـری از زهکـش جمـع کننده زهاب نصب گردیده اسـت و کلیه پارامترهای ورودی پژوهش حاضر را اندازه‌گیری نمود. هر دسـته پیزومتر شامل چهار عمق مختلف ۲/۲، ۳، ۴ و ۵ متری از سـطح خاک می باشد. مقادیر شوری آب آبیاری، شوری زه آب و حجم آب آبیاری برای شبیه‌سـازی شوری آب زیرزمینی مورد اسـتفاده قرار گرفت. کلیه‌ی اطلاعات ورودی مدل‌ها در این تحقیق در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۲/۸/۲ تا ۱۳۹۳/۷/۲ اندازه‌گیری شـده‌اند. شـکل(۲) موقعیت لوله های پیزومتری در مزرعه را نشان می دهد.



شکل ۲- عکس هوایی کارگذاری پیزومترها

مدل شـبکه عصبی مصنوعی: سـاختار کلی شـبکه های عصبی از شـبکه بیولوژیکی مغز انسان الهام گرفته اسـت. تحقیقات پیرامون شـبکه های عصبی با شـناخت و بررسی ساختار و کار یادگیری مغز انسـان شروع شده است. شبکه های عصبی مصنوعی سیستم هایی هسـتند که قادر به انجام عملیات محاسباتی همانند سیستم طبیعی عصبی می‌باشند یا به عبارت دیگر بهتر می توانند بعضی ویژگی های شـبیه به عملکرد مغز آدمی را تقلید کنند. در حالت کلی یک شبکه عصبی از سه لایه تشکیل شده است: (شـکل۳- الف): لایـه ورودی که اطلاعات را دریافـت می‌کند، لایه میانی یا پنهان که خود می‌تواند شامل چند لایه باشد و از مهمترین پردازشـگرهای اطلاعـات به شـمار می‌رود و لایـه خروجی که این پردازش را دریافت و خروجی را نمایش می‌دهد. (شکل ۳- ب): مدل ساده ای از یک سلول شبکه عصبی را که نرون نامیده می شود نشان می دهد. بدنه این سـلول از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول تابـع ترکیب نام داردکه تمـام ورودی ها را جمع می‌کند و نتیجه را به صورت یک مجموع وزن‌دار نشـان می‌دهد. طبق این شـکل برای هر نرون i تمام ورودی های I_{ij} توسط فاکتور W_j وزن دار می‌شوند، سـپس هر ورودی در وزن مربوطه ضرب شده و حاصلضرب ها با هم جمع می‌شوند تا مجموع وزن‌دار u_i را نتیجه دهند:



شکل ۳- الف: مدل ساده یک شبکه عصبی مصنوعی که از یک لایه ورودی، یک لایه میانی و یک لایه پنهان تشکیل شده است.
ب: مدل ریاضی از فرایند پردازش در یک نرون.

در این پژوهش ۸۵ درصد داده های سـطح ایسـتابی برای آموزش و ۱۵ درصد داده های سـطح ایستابی برای اعتبار سنجی مدل شبکه عصبی مصنوعی در نظر گرفته شدند.

الگوریتـم بهینـه سـازی ذرات (PSO): اصل ایـن الگوریتم بر این اساس است که افراد جمعیت در یک فضای جستجو به سمت نواحی موفقیت‌آمیز قبلی وفق داده می‌شوند و از موقعیت افراد همسایه هم تاثیر می‌پذیرند. این ایده صریحا به‌صورت زیر بیان می‌شود: هـر فرد در جمعیت ذرات، یک جزء یا "particle" نامیده می‌شـود که یک حل بالقوه را نشـان می‌دهد و در فضای جسـتجو، موقعیت خـود را تغییر داده و سـرعت خود را بر اسـاس تجربیات پرواز خود و اجزای همسـایه، به‌هنـگام می‌کند که برای کسـب موقعیت بهتر کمک می‌کند. یک ذره i، به‌صورت $X_i=(x_{i1},x_{i2},\dots,x_{iD})$ نشـان داده می‌شود. موقعیتی که به بهترین تابع برازش مربوط است به‌عنـوان بهترین موقعیـت جاری مربوط به آن، ثبت می‌شـود. این موقعیـت به‌صورت $P_i=(p_{i1},p_{i2},\dots,p_{iD})$ در نظـر گرفته می‌شـود: و تابع برازش متناظر، $Pbest_i$ نامیده و ثبت می‌شـود. بهترین موقعیت سراسری در جمعیت مربوط به بهترین مقدار برازش با عنوان Gbest به‌صورت $P_g=(p_{g1},p_{g2},\dots,p_{gD})$ ثبت می‌گردد. سـرعت، یعنی نرخ تغییر وضعیت، برای ذره i ام، به‌صورت $V_i=(v_{i1},v_{i2},\dots,v_{iD})$ نشـان داده می‌شود. در طول پروسه تکرار، سرعت و موقعیت ذره iام مطابق رابطه زیر به‌هنگام می‌شود:

$$V_{id}(t+1)=K\Big(V_{id}(t)+rand(0,\varphi_1).\big(P_{id}(t)-X_{id}(t)\big)+rand(0,\varphi_2).\big(P_{gd}(t)-X_{id}(t)\big)\Big) \quad (۱)$$

$$X_{id}(t+1)=X_{id}(t)+V_{id}(t+1) \qquad d=1,2,\dots,D \quad (۲)$$

$$K=\frac{2}{\varphi-2+\sqrt{\varphi^2-4\varphi}} \quad (۳)$$

که در آن: $\varphi=\varphi_1+\varphi_2$

K فاکتور انقباض بوده و تابعی از φ_1 و φ_2 اســت و مقادیر ثابت شــتاب φ_1 و φ_2، نشــان دهنده وزن دهی شــتاب تصادفی ذرات برای گرایش به‌ســمت بهترین موقعیت فردی و سراســری است. توابع $rand(\varphi_1,0)$ و $rand(\varphi_2,0)$ به‌ترتیب اعــدادی تصادفــی در محــدوده $[\varphi_1,0]$ و $[\varphi_2,0]$، تولیــد می‌کننــد. مطابق رابطه (۱)، ســرعت فعلی پرواز ذرات ســه بخش را شامل می‌شود: بخش اول ســرعت قبلی ذره و بخش دوم و سوم، نشــان‌دهنده مدل تک‌خویشــاوندی و مدل دسته‌جمعی است.

در مــدل تک‌خویشــاوندی، هر فرد جدا بوده و به‌طور مســتقل از افکار و تجربیات شــخصی خود اســتفاده می‌کند ؛ در حالی‌که در مدل دسته جمعی، افراد بر اســاس تجربیات موثر همســایگان به ســمت موفقیت حرکت می‌کنند(عمارتی، ۱۳۹۳).

معیارهــای ارزیابی مدل: بــرای تعیین میزان دقت مدل‌هــا از مقادیر MAE ، RMSE و R^2 استفاده شد:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum (y_{observed} - y_{predicted})^2} \quad (۸)$$

$$MAE = 100 * \frac{1}{n}\sum |y_{observed} - y_{predicted}| \quad (۹)$$

$$R^2 = ۱ - \frac{\sum(y_{predicted} - y_{observed})}{\sum y_{predicted}^2 - \frac{y_{observed}}{n}} \quad (۱۰)$$

در رابطه بالا $y_{predicted}$: مقادیر پیش بینی شده $y_{observed}$: مقادیر مشاهداتی و n : تعداد داده ها اســت. هر چه RMSE و MAE به صفر نزدیک‌تر، و مقدار R^2 به یک نزدیک‌تر باشد، دقت مدل در پیش بینی بهتر است.

نتایج و بحث

نحــوه‌ی آمــوزش مــدل و تابع محرک لایــه مخفی و لایــه خروجی از مهم‌تریــن پارامترهایی هســتند کــه می‌توانند در خروجــی تاثیر گذار باشــند. تعداد نرون‌های بهینه لایه مخفی برای شبیه‌ســازی شوری آب زیرزمینــی به ترتیب ۱۰ و ۱۱ بدســت آمــد. همچنین دو تابع محرک تانژانت سیگموئید و لگاریتم سیگموئید برای لایه‌های مخفی و خروجی در نظر گرفته شــد. جدول‌های (۱) و (۲) نتایج حاصل از مدل‌ســازی با دو مدل ANN و ANN+PSO را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج به‌کارگیری ترکیب توابع محرک مختلف مدل شبکه عصبی مصنوعی برای شبیه‌سازی شوری آب زیرزمینی

تابع محرک		آموزش		صحت سنجی		آزمون	
لایه مخفی	لایه خروجی	RMSE	R^2	RMSE	R^2	RMSE	R^2
لگاریتم سیگموئید	لگاریتم سیگموئید	۰/۰۸۵	۰/۹۷۳	۰/۰۹۹	۰/۹۷۱	۰/۱۰۵	۰/۹۶۸
لگاریتم سیگموئید	تانژانت سیگموئید	۰/۰۷۴	۰/۹۸۴	۰/۰۸	۰/۹۸	۰/۰۹۶	۰/۹۷۹
تانژانت سیگموئید	لگاریتم سیگموئید	۰/۰۶۳	۰/۹۸۹	۰/۰۷۴	۰/۹۸۵	۰/۰۸۵	۰/۹۸۴
تانژانت سیگموئید	تانژانت سیگموئید	۰/۰۴۵	۰/۹۹۱	۰/۰۵۲	۰/۹۸۹	۰/۰۷	۰/۹۸۶

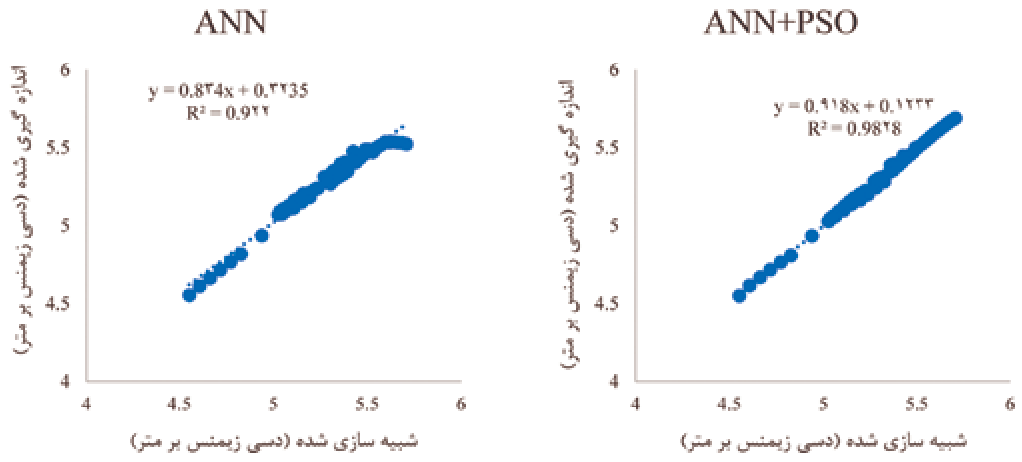
جدول ۲- نتایج به‌کارگیری ترکیب توابع محرک مختلف با الگوریتم آموزش بهینه‌سازی تجمع ذرات برای شبیه‌سازی شوری آب زیرزمینی

تابع محرک		آموزش		صحت سنجی		آزمون	
لایه مخفی	لایه خروجی	RMSE	R^2	RMSE	R^2	RMSE	R^2
لگاریتم سیگموئید	لگاریتم سیگموئید	۰/۰۶	۰/۹۷۵	۰/۰۷۵	۰/۹۷۴	۰/۰۸۱	۰/۹۷۲
لگاریتم سیگموئید	تانژانت سیگموئید	۰/۰۵۵	۰/۹۸۶	۰/۰۶۲	۰/۹۸۴	۰/۰۷۱	۰/۹۸۲
تانژانت سیگموئید	لگاریتم سیگموئید	۰/۰۴۲	۰/۹۸۷	۰/۰۶۱	۰/۹۸۵	۰/۰۶۸	۰/۹۸۳
تانژانت سیگموئید	تانژانت سیگموئید	۰/۰۰۹	۰/۹۸۹	۰/۰۱	۰/۹۹۱	۰/۰۱۴	۰/۹۹

با توجه به جدول‌های (۱) و (۲) کمترین مقدار RMSE و بیشترین ضریــب R^2 برای شــوری آب زیرزمینی در مرحلــه آموزش، صحت ســنجی و آزمون مربوط به تابع محرک تانژانت ســیگموئید در لایه مخفی و لایه خروجی می‌باشد.

شــکل‌های (۴) و (۵) نتایج شبیه‌سازی شــوری آب زیرزمینی با دو مــدل و برازش خط بین نقاط اندازه گیری و پیش بینی شــده با هر دو مدل را نشــان می‌دهد. مدل طراحی شــده با آمــوزش الگوریتم بهینه‌ســازی تجمع ذرات هم‌پوشــانی زیادی با داده‌های اندازه‌گیری شــده نســبت به روش شــبکه عصبی مصنوعی دارد. مدلی دیگر از شبکه عصبی که برای آموزش از الگوریتم بهینه‌سازی ذرات استفاده می‌کند، بر اســاس جست و جو عمل کرده و در این صورت می‌تواند تا حدودی برای هرچه بیشــتر تصادفی شــدن انتخــاب نقاط تلاش کند. ذرات در این روش بر حسب موقعیت‌ها و سرعت‌هایشان تلاش می‌کنند، بهینه‌ترین نقاط را در هر تکرار انتخاب و به روز کنند.

شکل (۴)- شبیه‌سازی میانگین شوری آب زیرزمینی



شکل ۵- منحنی برازش شده بین نقاط اندازه‌گیری و شبیه‌سازی توسط مدل‌ها

برای بهتر نشــان دادن دقت روش‌ها در شبیه‌سازی نسبت به مقادیر واقعی جــدول (۳) تهیه گردیده که میانگین RMSE و MAE بین نقاط اندازه‌گیری و پیش بینی شده شده، برای میانگین مقادیر شوری آب زیرزمینی را نشان می‌دهند.

جدول ۳- آماره های محاسبه شده بین مقادیر اندازه گیری و پیش بینی شده

مدل شبکه عصبی مصنوعی		مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم بهینه سازی تجمع ذرات	
میانگین RMSE تکرارها	میانگین MAE تکرارها	میانگین RMSE تکرارها	میانگین MAE تکرارها
۰/۰۸۵	۰/۷۲	۰/۰۱۱	۰/۱۵

جدول (۳) بیانگر این موضوع هست که استفاده از مدل‌های شبکه عصبی برای شبیه‌سازی شوری آب زیرزمینی موفق عمل نموده‌اند به‌طوری‌که مقادیر (RMSE) و (MAPE) بدست آمده، اعدادی قابل قبول و نشان دهنده خطای کم شبیه‌سازی مدل‌ها می‌باشد. اما مقادیر شاخص‌های آماری و خطای محاسبه شده برای مدل شبکه عصبی با الگوریتم آموزشی بهینه‌سازی تجمع ذرات کمتر از مدل شبکه عصبی می‌باشد، که نشان دهنده شبیه‌سازی دقیق‌تر شوری آب زیرزمینی توسط الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات است. بطوری‌که میانگین آماره‌های محاسبه شده MAE، RMSE و R^2 در مرحله آزمون برای شوری آب زیرزمینی با مدل شبکه عصبی مصنوعی به‌ترتیب برابر ۰/۰۸۵، ۰/۷۲۷۵ و ۰/۹۲ و با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته با الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات به ترتیب برابر ۰/۰۱۱، ۰/۱۵ و ۰/۹۸ بدست آمد. در مدل آموزشی الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات هر ذره در هر مرحله، موقعیتی را که بهترین نتیجه را در آن داشته به خاطر می‌سپارد و ذرات در گروه با هم همیاری می‌کنند. به‌گونه‌ای که اطلاعاتی که تا کنون کسب کرده‌اند را با هم تبادل می‌کنند که این موارد باعث بالا بودن دقت و سرعت همگرایی مدل می‌شود. از جمله مزایای دیگر این الگوریتم نسبت به الگوریتم ژنتیک می‌توان به پیاده‌سازی آسان، پارامترهای کم الگوریتم و سرعت همگرایی بالای آن اشاره کرد.

منابع

۱- احمدی، ز.، صفوی، ح.ر.، ذکری، م. و بیجامی، ا. ۱۳۹۴. پیش‌بینی عمق سطح ایستابی آبهای زیرزمینی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ذرات. دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، تبریز.

۲- عمارتی، م ر. ۱۳۹۳. بررسی روش‌های پیش بینی بار و قیمت در بازارهای تجدید ساختار شده برق و ارائه روش هوشمند ترکیبی جدید. دانشگاه تحصیلات تکمیلی و فناوری پیشرفته کرمان، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت، دانشکده مهندسی.

3-Jorenush. M.H. and Sepaskhah. A.R. 2003. "Modelling capillary rise and soil salinity for shallow saline water toble under irrigated and Non-Irrigated Conditions", Agicultural water management. V. 61, pp. 141-125.

4-Sarangi A., Singh M., Bhattacharya, A.K. and A.K. Singh. 2006 .Subsurface drainage performance study using ANN models, Agricultural Water Management, 248-240:4.

5-Saey, T., Van Meirvenne, M., Vermeersch, H., Ameloot, N. and L. Cockx. 2009. A pedotransfer function to evaluate the soil profile textural heterogeneity using proximally sensed apparent electrical conductivity. Geoderma, 395–389 :150.

6-Moashrei, S.A., Tabatabaie, S.M., Razaghi, P., Sarani, N., and Eslami Mahdi Abadi, S.H. (2012). "Estimating the groundwater nitrate by using artificial neural network and optimizing it by genetic algorithm." Proc. Environment and Civil Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 92-85.

7-Musavi-Jahromi, SH. and M. Golabi. 2008. Application of artificial neural networks in the river water quality modeling: Karoon river, Iran. Journal of Applied Sciences, 2328-2324 :8.

8-Traore, S. and Guven, A. 2012. Regional-specific numerical models of evapotranspiration using gene-expression programming interface in Sahel. Water Resour. Manag. 4380-4367 :26.

عنوان مقاله:

تعیین منحنی سرعت رشد محصول(CGR) نیشکر با استفاده از آزمایشات کراپ‌لاگ و کاربرد آن در تعیین زمان مصرف نهاده‌ها و تاریخ قطع آب آبیاری مزرعه

Determination of sugarcane growth rate(CGR) curve using CropLogic experiments and its application in determining the time consumed of inputs and the date of discontinuation of irrigation water in the field

نویسنده مسئول: آقاجان بهادری
دانشجوی دکتری رشته زراعت دانشگاه رامین خوزستان و مدیر تولید کشاورزی کشت و صنعت نیشکر دهخدا
Email: aghajan.bahadori@gmail.com

چکیده

با توجه به اینکه بیش از یکصد هزار هکتار از اراضی خوزستان به کشت محصول زراعی نیشکر تخصیص یافته است، لذا ضرورت دارد که منحنی سرعت رشد محصول برای ارقام زراعی نیشکر آن منطقه جهت مدیریت بهینه و هوشمندانه آب و کود در مراحل حساس رشدی، تعیین شود و به این منظور از نتایج آزمایشات کنترل محصول (کراپ لاگ) در خصوص متغیر رشد هفتگی بعنوان متغیر تابع و زمان‌های رشد بعنوان متغیر مستقل، استفاده شد. در این مورد ابتدا با نرم افزار مینی‌تب[1] تست لازم بر روی داده ها، جهت تعیین بهترین برازش بین دو متغییر تحت بررسی، انجام شد که در این خصوص رابطه درجه دوم $CGR = ۶.۳۳ + ۳.۰۲ - ۰.۱T^۲$ در سطح احتمال ۱٪ و با ۹۹٪ اطمینان بین دو متغیر معنی‌دار گردید و با توجه به $R^۲$=٪۷۸,۳ مربوط به آن، قادر است تا علت ٪۷۸/۳ واریانس بین دو متغیر مذکور را توضیح دهد. با توجه به منحنی مذکور، در طی هفته‌های دهم، یازدهم و دوازدهم کراپ لاگ یعنی حدود ۲۰ تیرماه ، ۲۵ تیرماه و ۱ مردادماه به ترتیب ارقام زراعی زودرس(CP۵۷-۶۱۴ ,CP۷۳-۲۱)، رقم میان رس (CP۶۹-۱۰۶۲) و رقم دیررس(CP۴۸-۱۰۳) بیشترین رشد و به تبع آن بیشترین نیاز آبی و تغذیه‌ای را دارند. از طرفی با توجه به روند کاهشی رشد در ارقام زود رس در اواخر مرداد ماه، بایستی فاصله‌ی بین آبیاری‌ها از ابتدای شهریور ماه تا اوایل مهرماه به تدریج باز شود و در اوایل مهرماه عملیات قطع آب آبیاری این مزارع جهت عملیات برداشت انجام گیرد. و با توجه به روند کاهش رشد درخصوص ارقام میانرس و دیررس، عملیات قطع آب آبیاری به ترتیب اواسط مهرماه و اوایل آبانماه انجام می‌شود.

واژگان کلیدی: سرعت رشد محصول، رگرسیون ، نیشکر، رقم زراعی

Abstract:

Given that more than one hundred thousand hectares of sugarcane crops has been allocated in khouzestan, it is necessary to curve cultivated sugarcane crop growth rate for the region efficiently and intelligently manage water and fertilizer at critical stages of growth, to be determined and for the purpose of product control tests Results (crop log) on variable weekly growth as the dependent variable and independent variable times of growth, were used In this case, the software Minitab necessary tests on data to determine the best fit between the two variables under study, was conducted that It was in this context that the quadratic relationship $CGR = 6.33+3.02 - 0.1T^2$ within probability level ٪1 and the ٪99 confidence between the two variables were significant And according to the ٪78.3=$R^۲$ related to it, is able to cause ٪78.3 variance between the two variables explain According to the curve, this week, tenth, eleventh and twelfth crop logs, or about 20 July, 25 July and 1 August respectively of early varieties (CP57-614, CP73-21),the Middle varieties(CP69-1062) and the late varieties CP48-103 the most growth and consequently have the greatest need for water and nutrition.

keywords: crop growth rate, sugar cane, crop log

1- Minitab

مقدمه

گیاه زراعی نیشکر (Saccharum officinarum) گیاهی گرمسیری و از لحاظ فیزیولوژیکی جزو گیاهان چهارکربنه می‌باشد و وجود شرایط مناسب رشد این محصول در استان خوزستان یعنی وجود سه عامل نور، دما و آب باعث شده تا این گیاه زراعی نسبت به سایر نقاط نیشکر کاری جهان عملکرد در واحد سطح بالاتری داشته باشد و در حال حاضر بیش از یکصد هزار هکتار از اراضی کشاورزی خوزستان به کشت این محصول اختصاص یافته و تأمین ۴۰٪ نیاز قندی کشور را در کنار صنایع جانبی مربوطه (کاغذ، خوراک دام، تولید الکل و...) به همراه داشته و آنرا به یک محصول مهم و استراتژیک تبدیل نموده‌است ولی چون در شرایط ایران (خوزستان) بیش از ۹۰٪ رشد نیشکر در بهار و تابستان اتفاق می‌افتد که با تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و گرمایی مواجه بوده و کاملاً به آب آبیاری وابسته می‌باشد و از آنجاییکه آگاهی از منحنی سرعت رشد (CGR[۲]) محصول هر گیاه زراعی جهت شناسایی مراحل حساس رشدی آن گیاه به منظور تأمین آب و مواد غذایی (کود) کافی و رهانیدن آن از تنش های زیستی و غیرزیستی، برای هر متخصص کشاورزی و هر کشاورز دانش بنیان یک ضرورت قلمداد می گردد، لذا در این راستا ، تعیین منحنی سرعت رشد محصول برای ارقام زراعی نیشکر قابل کشت و کار در شرایط خوزستان بایستی صورت گیرد تا بتوان با توجه به روند رشد گیاه نیشکر مصرف آب را به نحو شایسته‌ای مدیریت نمود و در زمان‌هایی که سرعت رشد پایین است از مصرف بی‌رویه آب جلوگیری کرد و اینترول‌های آبیاری را با توجه به منحنی رشد تنظیم نمود و همچنین کود اوره (نیتروژن) که در زراعت نیشکر بصورت تقسیط مصرف می گردد نیز با توجه به منحنی رشد و سرعت رشد محصول استفاده شود و بطور خلاصه با توجه به منحنی رشد نیشکر می‌توان در مصرف به موقع و بهینه آب و کود اقدام نموده و گیاه را از مواجهه با تنش‌های رطوبتی و تغذیه‌ای رهانید و زمینه حصول و دستیابی به عملکرد کمی و کیفی مناسبی را برای محصول نیشکر فراهم نمود .

هدف از این بررسی

تعیین منحنی سرعت رشد محصول نیشکر در شرایط خوزستان و شناسایی مراحل حساس رشدی آن به منظور مدیریت بهتر نهاده‌های مهم آب و کود، رهاندن آن از تنش‌های رطوبتی و تغذیه‌ای و دستیابی به عملکرد کمی و کیفی مناسب.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان بررسی: این بررسی در پاییز سال ۱۳۹۷ در محل کشت و صنعت نیشکر دهخدا با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی با ۱۸ متر ارتفاع از سطح دریا ، واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان اهواز ، بر روی داده های ثبت شده مربوط به نتایج آزمایشات کراپ لاگ[۳] ارقام زراعی آن کشت و صنعت، انجام شد.

آزمایش کراپ لاگ و ارقام زراعی

از تاریخ دهم اردیبهشت ماه هر سال زراعی ، به منظورتأمین رطوبت و عناصر غذایی کافی و همچنین تعیین اینترول‌های آبیاری برای گیاه زراعی نیشکر ، بصورت هفتگی رطوبت غلاف و ازت پهنک برگ‌های شماره ۳ ، ۴، ۵ و۶ بالای گیاه نیشکر اندازه‌گیری شده و با اعداد جداول استاندارد تطبیق داده می‌شود و با توجه به آن اعداد، توصیه‌های کاربردی در خصوص عملیات آبیاری و کوددهی اعمال می‌گردد. ارقام زراعی بکارگیری شده در این بررسی شامل ارقام زودرس CP۷۳-۲۱ ،CP۵۷-۶۱۴ ، رقم میان رس CP۶۹-۱۰۶۲ و رقم دیررس CP۴۸-۱۰۳ بودند.

نرم افزارهای آماری استفاده شده در بررسی: در این بررسی از نرم افزارهای اکسل و مینی تب استفاده شد.

بحث و نتیجه گیری

همانطور که از جدول (۱) مشخص است ابتدا با استفاده از نرم افزار مینی تب تست لازم بر روی داده‌های ثبت شده در مورد متغیر های مورد بررسی یعنی صفت رشد و تعداد هفته سپری شده بعد از شروع کنترل محصول جهت تعیین بهترین برازش بین آن دو متغییر، انجام گرفت و همان گونه که در جدول مذکور ثبت شده است، رابطه درجه دوم در این خصوص در سطح احتمال ۱٪ و با ۹۹٪ اطمینان بین دو متغیر معنی دار شده است و همانطور که در جدول (۲) به ثبت رسیده، باتوجه به R^2=۷۸،۳٪ مربوط به منحنی سرعت رشد محصول، این رابطه درجه دوم قادر است تا علت ۷۸/۳٪ نوسانات و واریانس بین دو متغیر مذکور را توضیح دهد و نشان دهد که فقط ۲۱/۷٪ واریانس کل بعلت سایر عوامل (نا شناخته) بروز می‌نماید.و نتیجه اینکه این معادله درجه‌ی دوم که منحنی مربوط به آن، باتوجه به اعداد ثبت شده برای هر رقم زراعی بدست آمده است، بعنوان منحنی سرعت رشد گیاه زراعی نیشکر بوده و می‌توان بر اساس آن برنامه‌های آبیاری و کوددهی ، شامل تعداد دفعات آبیاری، فاصله بین آبیاری‌ها، تقسیط کود اوره و تعیین تعداد نوبت های کوددهی سرک و فاصله‌های زمانی بین آنها را مدیریت نمود و همچنین باتوجه به منحنی‌های به شرح ذیل که برای هر رقم زراعی ترسیم شده است، می توان با اعمال تنش‌های خفیف و به موقع آبی، گیاه نیشکر را وارد فاز ذخیره‌ای نمود و موجبات تسریع در رسیدگی تکنولوژیکی را برای آن فراهم کرد و در نهایت بر اساس این منحنی می توان برنامه قطع آب آبیاری را برای مزرعه اعمال نموده و شرایط را برای عملیات برداشت نیشکر فراهم

۲- سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح زمین می باشد.

۳- یکی از روش‌های ارزیابی و پایش نحوه رشد نیشکر بوده و مبتنی بر اصول فیزیولوژی گیاهی و گیاهشناسی نیشکر می‌باشدکه به جهت نیل به حداکثر تولید محصول و تفسیر نارسایی‌های گیاهی و رفع کمبودهای موجود در آن، استوار شده است.

کرد. جدول(۲) تجزیه‌ی واریانس نشان می‌دهد که رابطه درجه دوم بین متغیر تابع (سرعت رشد محصول) و متغیر مستقل (زمان رشد) در سطح احتمال ۱٪ و با ۹۹٪ اطمینان معنی‌دار است و F_{reg} =۴۶ که در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است به این معنی است که واریانس مربوط به عامل مدت زمان رشد ۴۶ برابر واریانس اشتباه آزمایشی بوده و با ۹۹٪ اطمینان می توان گفت که عامل زمان رشد(و موارد مربوط به آن) در این بررسی ، در سرعت رشد محصول نیشکر موثر می باشد.

جدول ۱- برای تعیین معنی داری بهترین براش بین دو متغیرتحت بررسی

Sequential Analysis of Variance

source	df	ss	F	P
Linear	۱	۵٤،۳	۱،٤٤	۰،۲٤
Quadratic	۱	۷۱۲،٦	۸۵،٦**	۰،۰۰**

جدول۲- تجزیه واریانس مربوط به رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان (تعدادهفته) بعد از شروع کراپ لاگ در تاریخ ۹۰/۰۲/۱۰

source	DF	SS	MS	F	P
Regression	۲	۷٦٦،۹	۳۸۳،۵	٤٦**	۰،۰۰
Error	۲۳	۱۹۱،٤	۸،۳		
Total	۲۵	۹۵۸،۳			
CGR= ٦،۲۳+۲،۰۲T –۰،۱ T^2				R^2=۷۸،۳%	

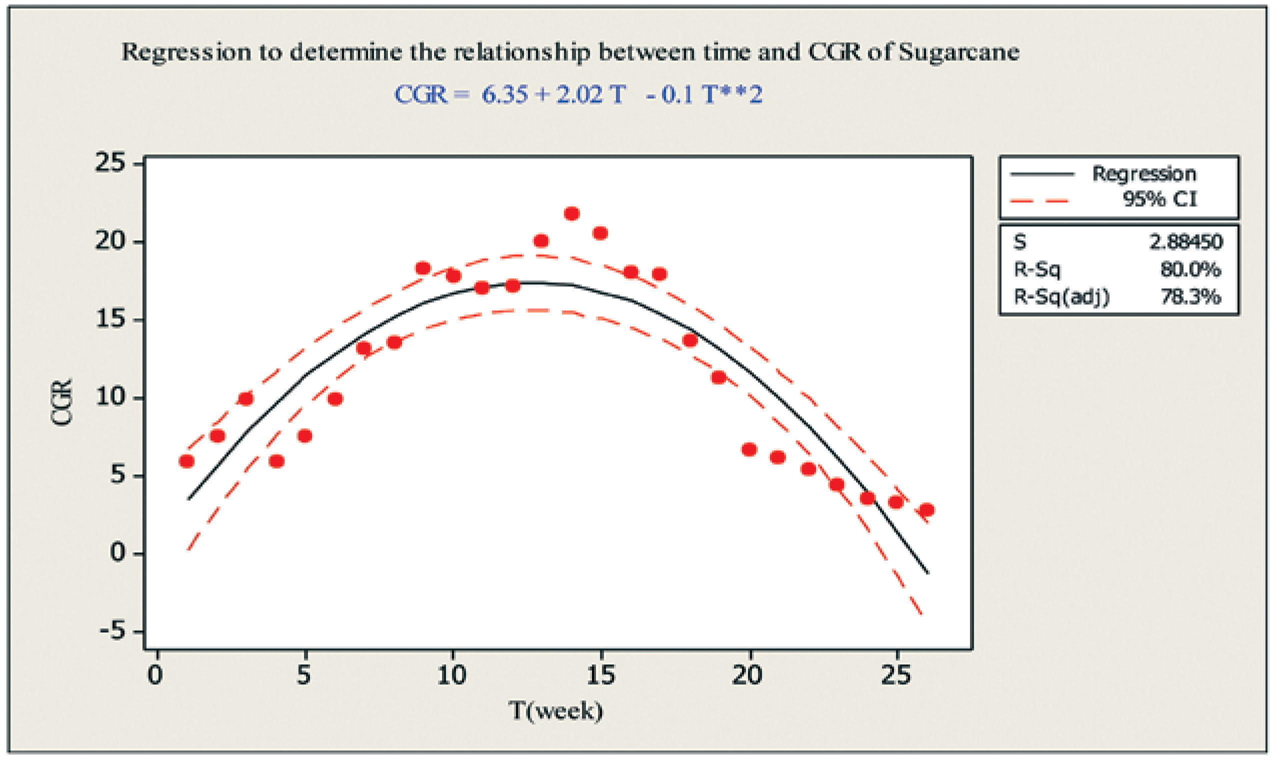
جدول۳- رشد هفتگی کراپ لاگ نیشکر از تاریخ ۹۰/۰۲/۱۰ لغایت ۹۰/۰۷/۳۰ در کشت و صنعت نیشکر دهخدا

هفته	CP ۵۷	CP ٤۸	CP ٦۹	CP۷۳	AVERAGE
۱	٦	۵،۸	۵	٦،٦	۵،۸۵
۲	۸،۱	۸،۹	۵،٦	۷،۲	۷،٤۵
۳	۹،۷	۱۰،۸	۷،۱	۱۱،۵	۹،۷۸
٤	۱۳،۹	۱۳،۵	۱۰،۹	۱۳،۹	۱۳،۰۵
۵	۱۳،۹	۱۲،٤	۱۳،۵	۱٤	۱۳،٤۵
٦	۱۷،۸	۱۸،٦	۱٦،۲	۲۰،٦	۱۸،۳۰
۷	۱۹،۱	۱۷،۸	۱۵	۱۸،۹	۱۷،۷۰
۸	۱۸،۵	۱٤،۹	۱۵،٤	۱۹،۲	۱۷،۰۰
۹	۱۹،٤	۱۵	۱٤،٦	۱۹،۵	۱۷،۱۳
۱۰	۲۱،۲	۱۹،۵	۱۷،۱	۲۲،٤	۲۰،۰۵
۱۱	۲۳،۲	۲۱،۲	۱۹،۷	۲۳	۲۱،۷۸
۱۲	۲۱،۱	۱۸،۷	۲۰،۸	۲۱،٦	۲۰،۵۵
۱۳	۱۸،۵	۱٦،۵	۱۸	۱۸،۸	۱۷،۹۵
۱٤	۱۸،۳	۱۵،۲	۱۸،۱	۲۰،۱	۱۷،۹۳
۱۵	۱۲،۵	۱۲،۵	۱٦،۵	۱۲،۹	۱۳،٦۰
۱٦	۱۰،۲	۸،٦	۱۵،۵	۱۰،۵	۱۱،۲۰
۱۷	۵	۳،۵	۱۲،۲	۵،۸	٦،٦۳
۱۸	۵،٤	۳،۷	۱۰،۸	٤،٦	٦،۱۳
۱۹	٤،٤	۳،۵	۹،٦	٤	۵،۳۸
۲۰	۳،۸	۳،۱	٦،۸	۳،۳	٤،۲۵
۲۱	۲،۵	۳،٦	۵	۲،۵	۳،٤۰
۲۲	۲،٤	۲،۱	٤،۹	۳،۲	۳،۱۵
۲۳	۲،٤	۱،٦	٤،۱	۲،۸	۲،۷۳
۲٤	۱،۹	۱،۲	۳،۲	۱،۹	۲،۰۵
۲۵	۱،۷	۰،٦	۲	۱،٤	۱،٤۳

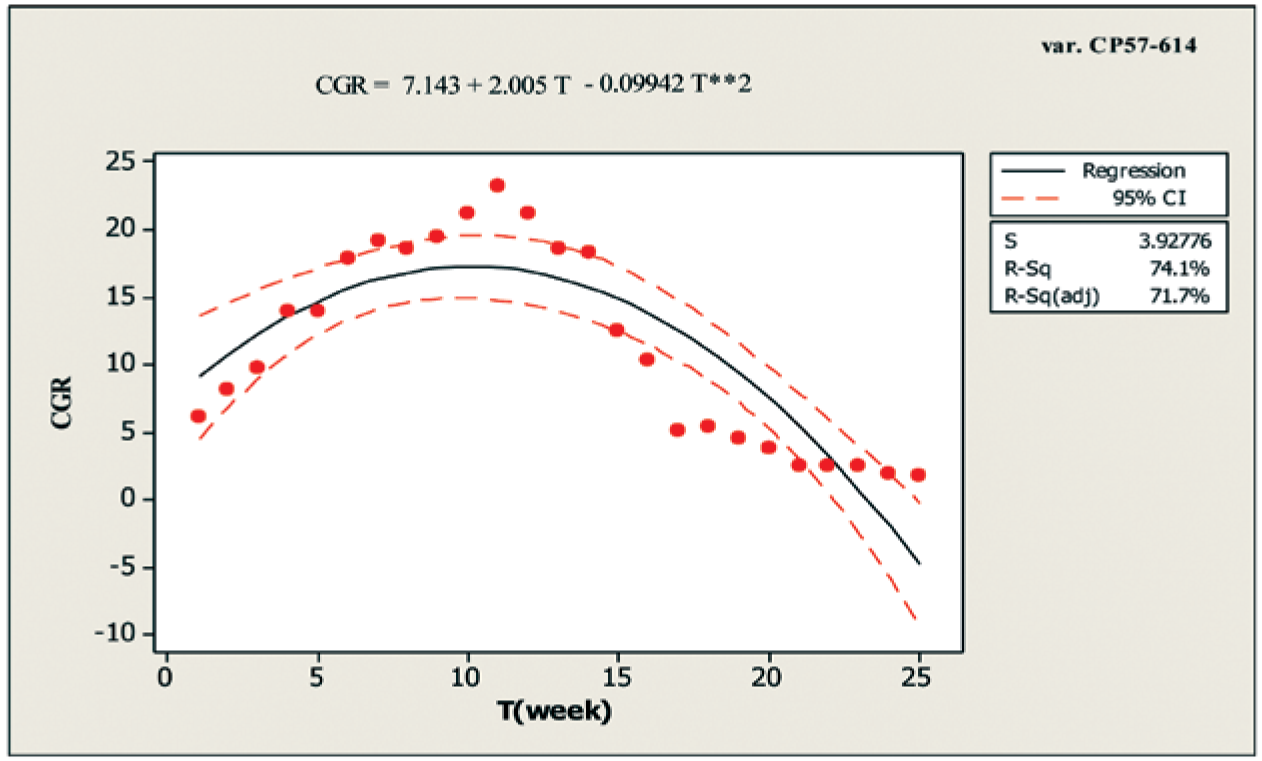
جدول ۳ مربوط به اعداد اندازه گیری شـده مربوط به آزمایشات کنترل محصول نیشکر در طی ۲۵ هفته از تاریخ ۹۰/۰۲/۱۰ لغایت ۹۰/۰۷/۳۰ می باشد. این اندازه گیری‌ها برای چهار رقم زراعی تحت کشت و کار در شرایط خوزستان انجام شده و کلیه منحنی‌ها، معادلات و جدول تجزیه رگرسیون از آنالیز این اطلاعات حاصل شده‌است.

جدول ۴- تعیین منحنی سرعت رشد محصول (CGR) ارقام زراعی نیشکر در اقلیم خوزستان با استفاده از نتایج آزمایشات کراپ لاگ از تارخ ۹۰/۰۲/۱۰ لغایت ۹۰/۰۷/۳۰

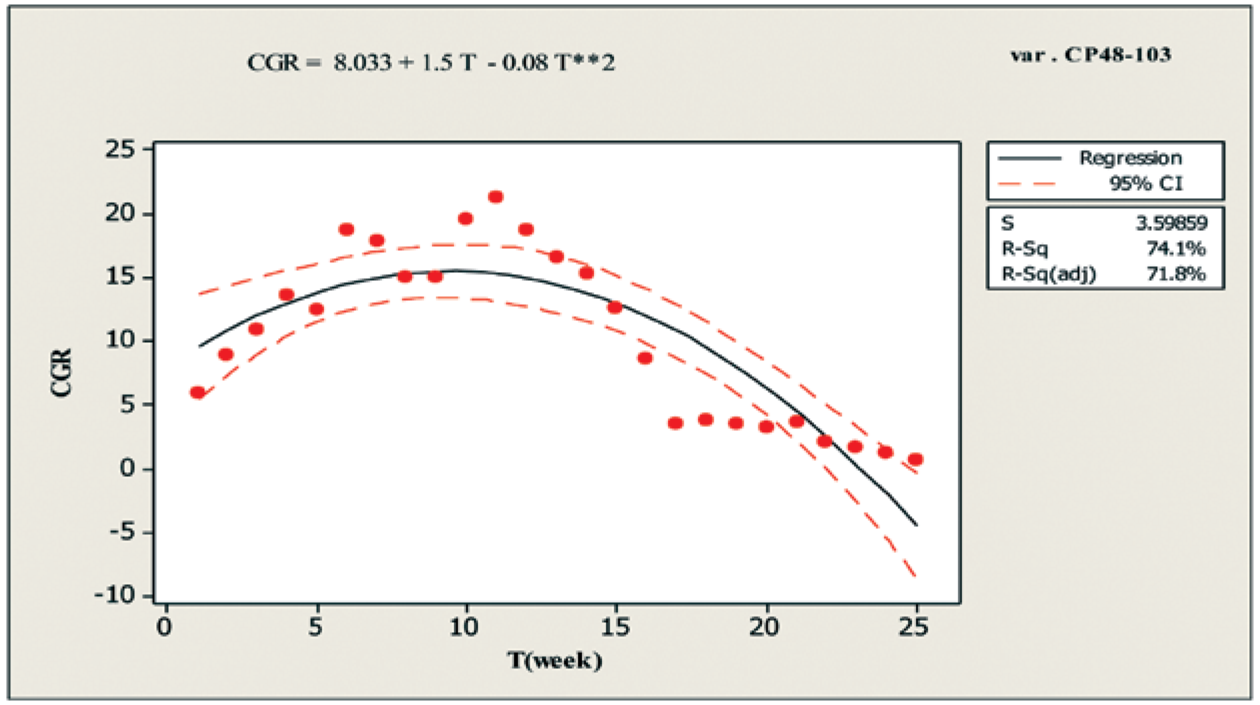
رقم زراعی	معادلات (CGR) در ارقام زراعی نیشکر خوزستان	ضرایب معادله درجه ۲ a	b	c	T_{min} CGR	T_{max} CGR	Y_{max} CGR	$\%R^2$
CP۵۷-۶۱۴	Y = ۷,۱۴ + ۲,۰۰۵ T - ۰,۰۹۹ T^2	-۰,۰۹۹	۲,۰۰۵	۷,۱۴	۲۳,۳۴	۱۰,۱۳	۱۷,۲۹	۷۴**
CP۶۹-۱۰۱۶	Y = ۸,۰۳ + ۱,۵۷ T - ۰,۰۸۲ T^2	-۰,۰۸۲	۱,۵۷	۸,۰۳	۲۴,۵	۱۱	۱۷,۵	۷۴**
CP۴۸-۱۰۳	Y = ۲,۶۴ +۲,۴۹ T - ۰,۱۰ T^2	-۰,۱	۲,۴۹	۲,۶۴	۲۵,۹۲	۱۲,۴۵	۱۸,۱۴	۸۹**
CP۷۳-۲۱	Y = ۷,۵۹ + ۲,۰۴ T - ۰,۱۰ T^2	-۰,۱	۲,۰۴	۷,۵۹	۲۳,۶۱	۱۰,۲۰	۱۷,۹۹	۷۳**
میانگین ارقام	Y = ۶,۳۵ + ۲,۰۲T - ۰,۱T^2	-۰,۱	۲,۰۲	۶,۳۵	۲۲,۹۷	۱۰,۱۰	۱۶,۵۵	**۷۸,۳



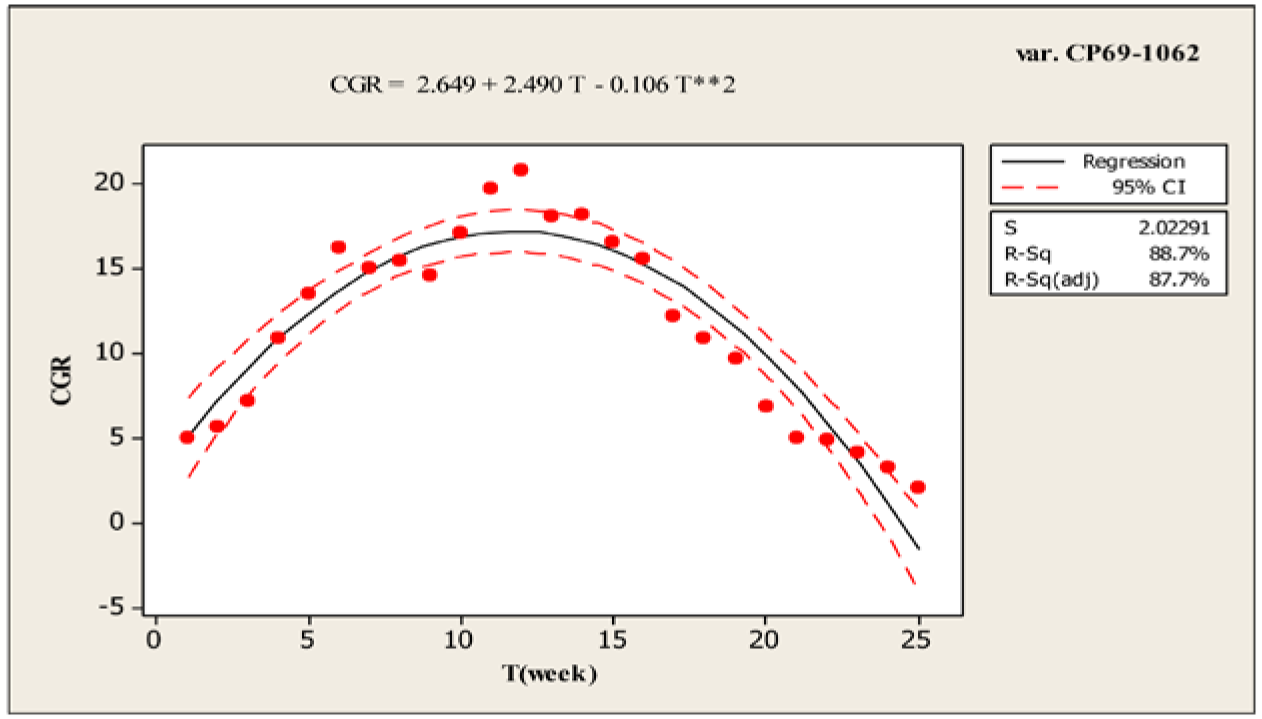
نمودار۱- رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان طی شده بعد از شروع آزمایشات کنترل محصول در نیشکر



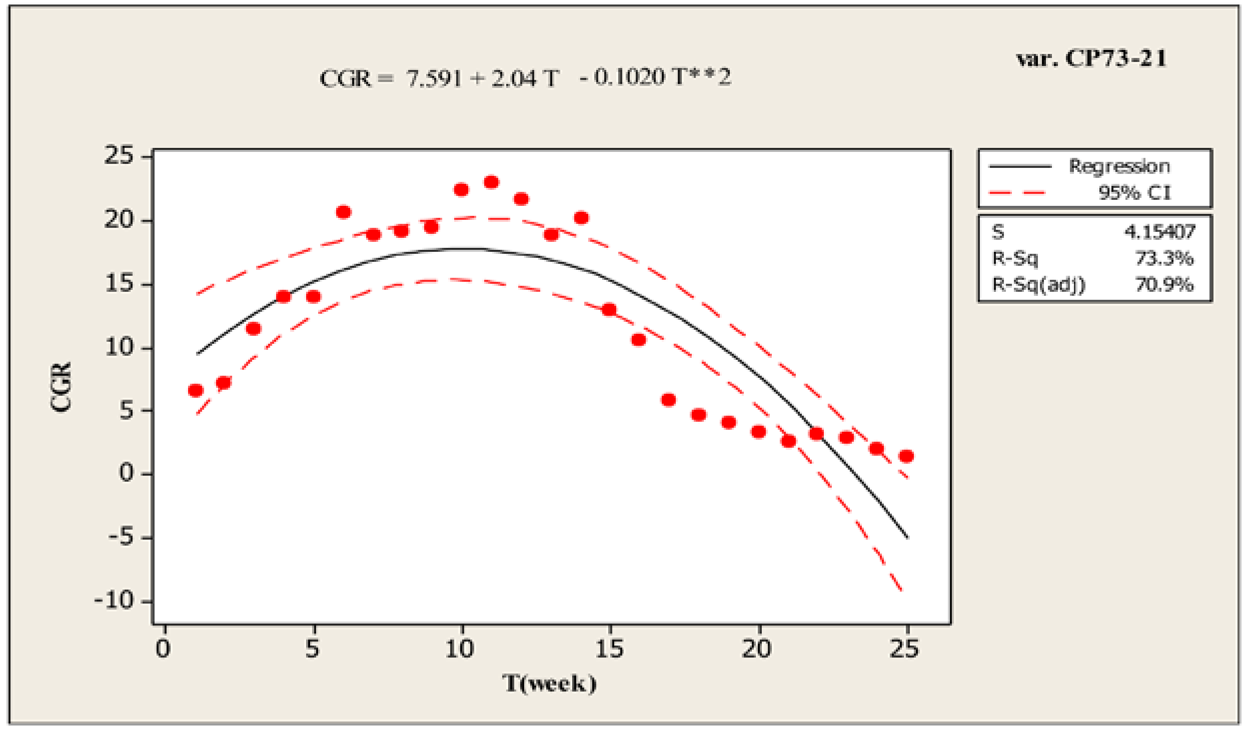
نمودار۲- رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان بعد از شروع آزمایشات کنترل محصول در رقم CP۵۷-۶۱۴



نمودار۳- رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان بعد از شروع آزمایشات کنترل محصول در رقم CP۴۸-۱۰۳



نمودار۴- رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان بعد از شروع آزمایشات کنترل محصول در رقم CP۶۹-۱۰۶۲



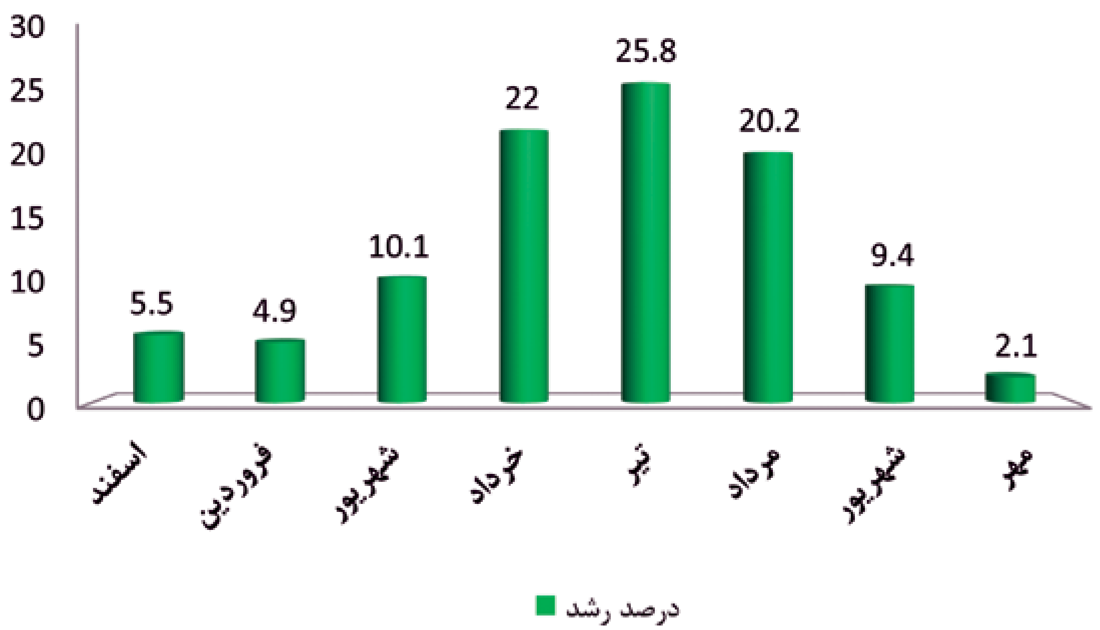
نمودار۵- رابطه بین سرعت رشد محصول و زمان بعد از شروع آزمایشات کنترل محصول در رقم CP۷۳-۲۱

با توجه به مختصات نقطه ماکزیمم منحنی درجه دوم بدست آمده، می توان گفت که در طی هفته دهم کراپ لاگ یعنی حدود بیستم تیرماه، ارقام زراعی زودرس شامل CP۷۳-۲۱, CP۵۷-۶۱۴ بیشترین رشد و به تبع آن بیشترین نیاز آبی و کودی را دارند ودر خصوص رقم میان‌رس CP۶۹-۱۰۶۲ و دیررس CP۴۸-۱۰۳ این مهم به ترتیب در هفته‌های یازدهم دوازدهم کراپ لاگ یعنی اواخر تیر و اوایل مردادماه اتفاق می افتد. از طرفی با توجه به روند کاهشی رشد در ارقام زود رس و امید بخش

(CP۵۷ ,CP۷۳) در اواخر مرداد ماه، بایستی فاصله بین آبیاری ها از شهریور ماه تا اوایل مهرماه به تدریج باز و بازتر شود بطوریکه در اوایل مهرماه عملیات قطع آب آبیاری این مزارع انجام گیرد. با توجه به منحنی و بررسی روند رشد در آن، درمورد رقم میانرس CP۶۹-۱۰۶۲ و رقم دیررس CP۴۸-۱۰۳، می‌بایست عملیات آبیاری حداکثر به ترتیب تا پانزدهم و سی ام مهرماه ادامه یابد و به تبع این موضوع عملیات قطع آب آبیاری این ارقام به ترتیب اواسط مهرماه و اوایل آبانماه خواهد بود.

در جدول (۴)آیتم Y معرف متغیر رشد و آیتم T معرف متغیر زمان رشد بر حسب هفته می باشد و آیتم T_{minCGR} معرف زمانی است که در آن میزان رشد به کمترین مقدار خود می رسد و می تواند مبنایی برای تعیین تاریخ قطع آب آبیاری نهایی مزارع نیشکر باشد همچنین می تواند بعنوان معیاری برای نشان دادن دوام سطح برگ[۴] ارقام زراعی باشد به این معنی که هرچه رقم دیرس‌تر باشد این عدد نیز بیشتر است و در این بررسی این عدد برای رقم دیررس CP۴۸ معادل ۲۵,۹۲ بوده و به این معنا است که رشد رقم دیررس CP۴۸ در هفته ۲۵,۹۲ به صفر می رسد و این آیتم در اصل ریشه معادله درجه دوم مربوط به منحنی رشد رقم CP۴۸ می‌باشد و از فرمول دلتای جبر ریاضی محاسبه گردیده است.همچنین T_{maxCGR} نیز معرف زمانی است که در آن، مقدار رشد حداکثربوده و این عدد طول نقطه ماکزیمم منحنی بوده و از راه مشتق گیری از معادله منحنی بدست آمده است و Y_{maxCGR} معرف رشد حداکثری در نقطه اوج و ماکزیمم منحنی سرعت رشد محسوب شده و به عبارتی عرض نقطه ماکزیمم منحنی رشد بوده و نیاز است که جهت اخذ رشد حداکثری در زمان T_{maxCGR} نهاده های مورد نیاز رشد از جمله آب و کود به اندازه کافی در اختیار گیاه زراعی نیشکر باشد (حداقل ۱۰ روز جلوتر از T_{maxCGR} عملیات کوددهی سرک نوبت آخر انجام شده و گیاه نیشکر از هر گونه تنشی رهانیده شود). در پایان مولفه $R^۲$ در جدول (۴) معرف ضریب تبیین معادلات مربوط به خود می باشد و همان طور که ملاحظه می‌گردد تمام $R^۲$ های مربوط به معادلات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده و مشخص می‌کنند که با ۹۹٪ اطمینان، عامل متغیر مستقل زمان بر متغیر تابع رشد تاثیر دارد و با توجه به $R^۲$ ی میانگین ارقام می‌توان گفت که ۷۸/۳٪ از واریانس مربوط به عامل رشد نیشکر، به عامل زمان رشد و شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای این زمان بستگی دارد و به عبارتی سهم واریانس رگرسیون ۷۸/۳٪ سهم واریانس کل بوده و ۲۱,۷٪ از واریانس به عوامل دیگر از جمله آفات، علف‌های هرز و غیره می‌باشد.

نمودار۶-میزان رشد گیاه نیشکر پلنت(درصد) در ماه‌های مختلف فصل داشت آن در خوزستان



4- Leaf Area Duration

همچنین از نمودار[5] (۶) مشخص می‌شود که ۶۸٪ از رشد گیاه زراعی نیشکر در شرایط خوزستان، در فاصله‌ی زمانی خرداد، تیر و مرداد حاصل می‌شود و بنابراین فراهمی رطوبت و ازت کافی، مطابق گراف‌های استاندارد، در این زمان‌ها یک الزام می‌باشد و هر گونه تنش رطوبتی در این محدوده‌ی زمانی یعنی خسارت اقتصادی جبران‌ناپذیر به زراعت نیشکر، چراکه با رشد ایده‌آل در این مرحله، گیاه حداکثر شاخص سطح برگ و به تبع آن حداکثر فتوسنتز و تولید ماده خشک خود را خواهد داشت و مخازن کافی(پنجه‌ها و ساقه‌ها)، مرتفع و قطور همراه با سلول‌های پارانشیمی کافی جهت ذخیره قند،تشکیل شده و از آنجایی که رشد کمی و کیفی(تولید ساکارز) نیشکر بصورت همزمان صورت می‌گیرد لذا هر گونه تنش رطوبتی و تغذیه‌ای در این مرحله به معنی افت عملکرد کمی و کیفی و طغیان آفت خواهد بود. همچنین از نمودار فوق مشخص می‌شود که بایستی مطابق با سرعت رشد گیاه، برنامه‌ریزی هوشمندانه و آگاهانه‌ای در خصوص تقسیط آب و کود مصرفی گیاه نیشکر، از اسفندماه تا اواخر مهرماه صورت گیرد و از مصرف بی‌رویه و نابهنگام آب و کود بطور جدی پرهیز نمود بطوریکه در ابتدای عملیات داشت در اسفند، فروردین و اردیبهشت با باز نمودن اینتروال‌های آبیاری[6]، زمینه‌ی رشد ریشه‌های گیاه را فراهم نموده تا بتواند در تیر و مرداد که تبخیر و تعرق حداکثر بوده و نیاز آبی و کودی گیاه نیز بالا است، حداکثر جذب را داشته باشد و از طرفی در ماه‌های شهریور و مهرماه که سرعت رشد به تدریج کم می‌شود،باز نمودن تدریجی فاصله‌های بین نوبت‌های آبیاری، به‌خصوص در مورد ارقام زودرس، هم بعنوان یک استراتژی برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب آبیاری و هم بعنوان یک استراتژی علمی برای هدایت بیشتر مواد فتوسنتزی ساخته شده در برگ‌ها(ساکارز) به سمت سلول‌های پارانشیمی ساقه، یک الزام می‌باشد.

منابع:

[۱] بهادری،ا. و همکاران ، ۱۳۹۴، نیشکر از تجربه تا استاندارد

[۲] کرباسیان، م .و قاسمی،س. ۱۳۸۰، کنترل کیفیت آماری با نرم افزار Minitab

[۳] مسگرباشی، م . ۱۳۹۰، تحلیل نرم افزار SAS (تحت ویندوز) و کاربرد آن در تحقیقات کشاورزی.

[۴] یزدانی، ف. ۱۳۹۲، فیزیولوژی گیاهان زراعی ، صفحه ۱۰۱

[۵] کامکار،ب و همکاران . ۱۳۹۲، فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی.

[۶] یحیی،ا. و نیک نژاد، م. ۱۳۹۰ ، مقدمه ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی .

۵- این نمودار از اطلاعات چند ساله‌ی کراپ‌لاک در مورد اندازه‌گیری رشد مزارع پلنت نیشکر در طی فصل داشت، به‌دست آمده است.
۶- البته در ابتدای رشد گیاه نیشکر در آواخرد اسفند ماه و شروع فروردین که مصادف با مرحله پنجه‌دهی نیشکر بوده و از طرفی گیاه بیشترین سرعت جذب خالص (net assimilation rat) را دارد، اعمال کوددهی سرک نوبت اول یک الزام است.

عنوان مقاله:

بهینه‌سازی تولید کمپوست غنی‌شده از بقایای گیاه نیشکر با استفاده از فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده کارخانه شکر
(مطالعه موردی درکشت و صنعت نیشکر امیرکبیر)
production of enriched biocompost from sugarcane residues Using refined industrial waste water from sugar factory (Case Study in Amir Kabir Agro-Industry Company)

نویسنده مسئول: حسین حاجی شرفی
رئیس اداره آب، خاک و هواشناسی. تحقیقات کاربردی کشت و صنعت امیرکبیر. کارشناس ارشد زراعت
hohajisharafi@gmail.com
شعبان زارعی
مدیریت تحقیقات نیشکر کشت و صنعت امیرکبیر. کارشناسی ارشد آبیاری و زه کشی
آرش عبدالملکی
کارشناس ارشد شیمی.مدیر تولید شرکت پاسارگارد شیمی پارمین
داوود رجبی
کارشناس ارشد ماشین های کشاورزی و مدیر فروش شرکت آریا پرتو پارس
ناصر رحیمی
کارشناسی ارشد اصلاح نباتات

چکیده

امروزه صنعت نیشکر یکی از مهمترین صنایع کشور می باشد که در کنار توسعه آن بایستی الزامات زیست محیطی نیز مورد توجه قرار گیرد. بهره‌گیری بیشتر از کودهای زیستی و کاربرد بقایای گیاهی به‌منظور تأمین بخشی از نیازهای، مزارع اقدامی مهم در راستای حفاظت محیط زیست و پایداری کشاورزی می‌باشند. علی‌رغم تولید بالای باگاس و فیلتر کیک، تحقیقات اندکی در این خصوص صورت گرفته است .از سوی دیگر، فاضلاب‌های صنعتی تصفیه شده کارخانه شکر، (آلاینده های محیط زیست) در زهکش‌های کشاورزی تخلیه می شود. هدف از اجرای تحقیق حاضر تولید سریع بیوکمپوست غنی‌شده از باگاس نیشکر با استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده صنعتی می‌باشد.این تحقیق در کشت و صنعت امیرکبیر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. در خصوص روند تغییرات دما، فاز تاخیری یا مزوفیل در تیمار اول(باگاس+ گل صافی+۳٪ازت+۳٪ملاس) پس از ۱۴ روز به اتمام می‌رسد ولی در تیمار دوم (باگاس+ گل صافی+ فاضلاب تصفیه شده) این مرحله پس ۱۹ روز و در تیمار سوم (باگاس+ گل صافی) پس از ۲۴ روز با رسیدن به دمای ۴۰ درجه به اتمام می‌رسد. فاز ترموفیل در تیمار اول و دوم به حداکثر دمای ۶۰ و ۵۸ درجه پس ۳۵ و ۳۷ روز دست یافت که نشانگر شرایط مشابه این دو تیمار جهت سهولت فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد اما حداکثر دمای تیمار سوم پس از ۴۵ روز با دمای ۵۳ درجه رخ داد. تجزیه واریانس نسبت C\N در تیمارها، اختلاف کاملاً معنی داری دارند. و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد که تیمارهای در سه گروه آماری قرار گرفته‌اند.کمترین میزان C\N اولیه در تیمارهای ۱ و ۲ بود . در تیمار اول میزان C\N در طی ۵۵ روز از میزان ۴۹،۴ به ۲۸،۴ کاهش یافت در طی همین مدت میزان C\N در تیمار دوم از ۶۵،۵ به ۳۳،۷ کاهش یافت. و در تیمار سوم میزان C\N از ۷۲،۶ به ۴۱،۸ کاهش یافته است . لذا اگرچه میزان ازت در تیمار ۲ نسبتاً محدود می‌باشد اما شاید به دلیل بار میکروبی موجود در فاضلاب سبب شده که جمعیت میکروارگانیسم‌های توده‌ای کمپوست افزایش یافته و همین امر سبب افزایش دمای تیمار دوم و کاهش خوب C\N شده است. لازم به ذکر است با توجه به فاصله زمانی حمل تا توزیع کمپوست در مزارع ، انتظار می رود نسبت C\N کمپوست توزیع شده در سطح مزارع کاهش بیشتری یابد.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، باگاس، کمپوست، کودهای آلی، گل صافی، فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده

مقدمه

بحث مواد آلی خاک یقیناً از مباحث عمده تعیین‌کننده و سرنوشت‌ساز در فعالیت فیزیولوژیکی گیاهان من‌جمله گیاه نیشکر می‌باشد. در راستای فراهم آوردن موجبات افزایش تناژ نی، ضمن رعایت نمودن

نکات فنی در عملیات کاشت، داشت و برداشت باید عنایت ویژه‌ای به امر حاصلخیزی خاک و افزایش مواد آلی خاک داشت و این مهم وقتی شاخص و بارز می‌گردد که بدانیم میزان مواد آلی خاک (۰/۳ – ۰/۱ درصد) می‌باشد[۱]. بهره‌گیری بیشتر از کودهای زیستی و کاربرد بقایای گیاهی به‌منظور تأمین بخشی از نیازهای تغذیه‌ای و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، مزارع کشت و صنعت اقدامات مهم و مؤثری در راستای پایداری کشاورزی می‌باشند. اگر بتوان مواد آلی خاک کشت و صنعت را در درازمدت به بیش از ۱ درصد ارتقاء داد و این حد را کنترل نمود، یقیناً می‌تواند یک سازه در بهبود کمی و کیفی نیشکر تولیدی باشد. یکی از مهم‌ترین منابع کارآمد جهت تأمین مواد آلی خاک، کمپوست می‌باشد. یکی از مهمترین راه‌کارهای استفاده از پسماندهای نیشکر، تولید کمپوست است که می‌تواند به‌عنوان کود آلی مکمل کودهای شیمیایی گردد. مصرف کودهای آلی در کشاورزی سبب صرفه‌جویی در مصرف آب، جلوگیری از شستشوی عناصر غذای خاک، بهبود تهویه خاک و بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد [۲و۳]. بررسی‌ها نشان داده که به‌منظور رسیدن به وضعیت مطلوب تأمین مواد غذایی لازم در کشور، در برنامه پنجم توسعه پیش‌بینی‌شده که ۲۵ درصد یعنی معادل چهار میلیون هکتار از اراضی زراعی و باغی زیرپوشش تولید محصولات ارگانیک قرار گیرند. روش‌های به حداقل رساندن مصرف کودهای شیمیایی شامل فناوری جدید کودهای شیمیایی با میزان مصرف پایین، مصرف به‌موقع، استفاده از مخلوط کودهای آلی و کودهای شیمیایی و نیز شیوه‌های مدیریت تلفیقی می‌باشند[۶].

نیشکر : یکی از پرارزش‌ترین گیاهان در جهان محسوب می‌شود. این ارزش نه‌فقط به علت تولید شکر از نیشکر بلکه تا حدود زیادی به اهمیت روزافزون محصولات فرعی و صنایع متعدد جانبی آن‌که با پیشرفت علم و فنّاوری هرروز ابعاد آن وسیع‌تر و دامنه آن گسترده‌تر می‌شود مربوط است. باگاس و فیلتر کیک از فرآورده‌های جانبی کارخانه تولید شکر می‌باشند که به ترتیب دارای ۶۳/۶ و ۲۴/۸ درصد ماده آلی می‌باشند و منبع مهمی برای عناصر غذایی موردنیاز گیاه ازجمله Ca، Mg، Cu، Zn، Mn، Fe، N،P می‌باشد. استان خوزستان از دیرباز یکی از مراکز کشت و کار نیشکر بوده و هم‌اکنون صنعت نیشکر یکی از مهمترین صنایع کشور می‌باشد که در کنار توسعه آن بایستی الزامات زیست‌محیطی نیز موردتوجه قرار گیرد. [۴]

باگاس: تفاله‌های نیشکر که بعد از عبور از چند آسیاب به‌خوبی عصاره آن‌ها گرفته می‌شود و به‌صورت کاه درآمده اند. میزان تولید باگاس در دنیا حدود ۵۰۰ میلیون تن و در ایران حدود ۲ میلیون تن می‌باشد که از حدود ۶ میلیون تن نیشکر تولیدی کشور باقی می‌ماند. سالانه حدود سیصد هزار تن باگاس درکشت و صنعت امیرکبیر تولید می‌شود. باگاس ماده‌ای فیبری است که پس از استخراج شکر از نیشکر صورت قطعات خورد شده و به رنگ زرد کاهی به‌دست‌آمده، حدوداً ۳۰ تا ۳۲ درصد وزن نیشکر را تشکیل می‌دهد و دارای رطوبت حدود ۵۰٪ درصد می‌باشد [۸] ساختار باگاس متشکل از سلولز (۳۵٪)، همی سلولز (۲۴٪، لیگنین (۲۲٪) و حدود ۲۰ درصد خاکستر حاوی سایر مواد معدنی می‌باشد و دارای نسبت کربن به ازت حدود ۱۵۰ می‌باشد[۹]. بخش زیادی از باگاس تولیدی استفاده‌ای نداشته و عموماً به‌صورت خودبه‌خودی سوزانده می‌شود، درصورتی‌که می‌تواند برای تولید مواد با ارزش مختلفی از قبیل کمپوست، بیواتانول، نئوپان، و سایر موارد به‌کاربرده شود. [۴]

گل صافی(فیلتر کیک): گل صافی در کارخانه‌های نیشکری از تصفیه شربت نیشکر به دست می‌آید و شامل مواد معلق و نامحلول موجود در شربت اولیه نیشکر می‌باشد. گل صافی به‌صورت خمیری مرطوب و سیاه که دارای ترکیب متفاوتی از مواد معدنی است. حدود ۳ درصد نیشکر تولیدی در فرآیند تولید شکر به گل صافی تبدیل می‌شود سالانه حدود ۳۵ هزار تن گل صافی درکشت و صنعت امیرکبیر تولید می‌شود[۵].

ملاس: ملاس نیشکر، پساب شربت بعد از قندگیری، مایعی است غلیظ به رنگ قهوه‌ای تیره مایل به سیاه که حاوی ترکیبات شیمیایی متفاوت، ساکاروز و... می‌باشد[۵].

فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده: کشت و صنعت امیرکبیر با در اختیار داشتن یکی از مجهزترین مراکز تصفیه فاضلاب صنعتی استان خوزستان، پس از انجام مراحل تصفیه فاضلاب‌های صنعتی کارخانه شکر، پساب نهایی را در زهکش‌های کشاورزی تخلیه می‌کند. دبی متوسط خروجی این پساب، ۳۰ مترمکعب در ساعت می‌باشد. و امکان انتقال تمامی فاضلاب تصفیه‌شده به سایت فرآوری ۸۰ هزار تنی کمپوست کشت و صنعت امیرکبیر وجود دارد.

علی‌رغم سطح بالای تولید باگاس در خوزستان، در خصوص تولید کمپوست از باگاس و فیلتر کیک نیشکر تحقیقات زیادی صورت

نگرفته است[۴] یکی از راهکارهای استفاده از باگاس، گل صافی و فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده، تولید بیوکمپوست است. که می‌تواند به‌عنوان کود آلی در مزارع استفاده شود. مهم‌ترین مشکلات تولید بیوکمپوست از باگاس، طولانی بودن زمان فرایند و کیفیت پایین آن به دلیل عدم بلوغ کامل فرایند می‌باشد. دلیل طولانی بودن فرایند، عدم تعادل مواد و عناصر موجود در ترکیب باگاس و همچنین کم بودن جمعیت و فعالیت میکروبی مؤثر در فرایند می‌باشد. [۱۱] که اضافه کردن پساب تصفیه شده شاید در افزایش فلور میکروبی و متعادل کردن عناصر غذایی موثر باشد. با توجه به موارد فوق، هدف از اجرای تحقیق حاضر تولید سریع بیوکمپوست غنی‌شده از باگاس نیشکر با استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده صنعتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در کشت و صنعت امیرکبیر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. کشت و صنعت امیرکبیر در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز، غرب رودخانه کارون و شرق جاده اهواز به خرمشهر، قرارگرفته است. فعالیت این کشت و صنعت از سال ۱۳۷۴ آغاز ودرحال حاضر با سطح زیر کشت ۹۳۱۸ هکتار از اراضی به فعالیت خود ادامه می‌دهد.

اجرای فرایند کمپوست و تیمار بندی توده‌ها:

تحقیق در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در کپه‌های به وزن ترکیب اولیه ۷۰ درصد باگاس و ۳۰ درصد گل صافی (وزن هر کپه: حدود ۱۰۰ کیلوگرم) در خردادماه ۱۳۹۷ به مدت دو ماه (تیر و مرداد) اجرا شد. (جدول ۱) در طی اجرای فرایند، رطوبت نمونه‌ها هر ده روز یک‌بار اندازه‌گیری و در صورت نیاز رطوبت دهی جهت حفظ آن در حدود ۶۰ تا ۵۰٪ انجام شد. هوادهی و هم زدن توده‌ها نیز هر هفته یک‌بار انجام شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه، میزان رطوبت و نسبت C/N، و در حین و پایان فرایند کمپوستینگ:

میزان رطوبت تیمارها با اندازه‌گیری وزن‌تر و کسر آن از وزن خشک (پس از سه روز نگهداری نمونه در آون تحت دمای ۷۰ درجه سلسیوس) اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد کربن، در ابتدا درصد خاکستر مشخص شد. برای محاسبه درصد خاکستر مقداری از نمونه خشک در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت قرار داده شد درصد خاکستر از تفریق وزن نمونه بعد از احتراق از میزان وزن نمونه خشک قبل از احتراق و تقسیم نتیجه بروزن نمونه خشک قبل از احتراق ضرب‌در ۱۰۰ به دست آمد. پس از محاسبه درصد خاکستر میزان درصد کربن مساوی است با میزان درصد خاکستر ضرب‌در ۱۰۰ تقسیم‌بر ۱/۸ به دست آمد. [۱۰]. برای اندازه‌گیری ازت کل از روش کجلدال استفاده شد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی شامل میزان ازت، کربن، نسبت pH،C/N و هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف هر ۲۰ روز یک‌بار انجام شد. اندازه‌گیری دما نیز به‌صورت یک روز در میان و در ساعت ۱۰ صبح انجام گردید. برای سنجش میزان pH، (EC) با اضافه کردن کمپوست به آب مقطر، گل اشباع تهیه‌کرده پس از ۲۴ ساعت عصاره گیری نموده و سپس با استفاده از دستگاه EC متر مقدار EC برحسب دسی زیمنس بر متر و pH تعیین شد.در خصوص استفاده از فاضلاب صنعتی تصفیه‌شده در پروسه تولید کمپوست نمونه‌های از این پساب به آزمایشگاه مرجع (دانشگاه شهید چمران) در شهرستان اهواز ارسال گردید.

جدول ۱- تیمارها و نسبت ترکیب اولیه مواد مورداستفاده

شماره	تیمار	باگاس (کیلوگرم)	گل صافی (کیلوگرم)	ملاس (کیلوگرم)	ازت (کیلوگرم)	فاضلاب تصفیه شده (لیتر)
۱	باگاس+ گل صافی+ازت+ملاس	۷۰	۳۰	۳	۳	-
۲	باگاس+ گل صافی+ فاضلاب تصفیه شده	۷۰	۳۰	-	-	۲۰۰(در طول دوره)
۳	باگاس+ گل صافی	۷۰	۳۰	-	-	-

روش بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده ها

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

بحث و نتایج

درخصوص استفاده از فاضلاب صنعتی تصفیه شده در پروسه تولید کمپوست پس از بررسی آنالیزهای شیمیایی انجام شده توسط آزمایشگاه اطمینان گستران جنوب (جدول ۲) همانگونه که ملاحظه می‌شود شوری(EC) گزارش شده کمتر از ۳ (دسی زیمنس بر متر) بوده وPH اندازه گیری شده کمتر از ۸ می‌باشد که در شرایط مناسب می‌باشد. میزان ترکیبات فسفری و ازتی که به صورت NH_4، PO_4، NO_2، NO_3 و NH_3 گزارش در دوره‌های زمانی مختلف مقادیر متغیری را نشان می‌دهند به طوری که رنج تغییرات برای فسفر (۱۰mgr/lit – ۰/۰۱۳۹) و ازت (۱۰/۵mgr/lit – ۱/۱۳) گزارش شده است. منابع ازتی و فسفری موجود، در غنی سازی کمپوست می‌تواند مؤثر باشد. میزان کل باکتری‌های موجود (Total coliform) کمتر از ۲/۲(در ۱۰۰ml) بوده که علی رغم میزان کم آن می‌تواند منبع میکروبی خوبی برای تجزیه مواد اولیه کمپوست باشد.

جدول ۲- نتایج آنالیزهای شیمیایی انجام شده توسط آزمایشگاه اطمینان گستران جنوب (دانشگاه شهید چمران اهواز)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	تاریخ آزمایش	فاکتور	واحد	مقدار	روش انجام آزمون
۱	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Cod	mg/lit	۱۱۵	۵۲۲۰-D
۲	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Bod	mg/lit	۵۹	۵۲۱۰-B
۳	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Do	mg/lit	۲/۴	۴۵۰۰-G
۴	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Tss	mg/lit	۲۶	۲۵۴۰-D
۵	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	PH	-	۷/۸	۴۵۰۰-HB
۶	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Po۴	mg/lit	۱/۲	۴۵۰۰-D
۷	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	CL۲	mg/lit	۱/۵	۴۵۰۰-G
۸	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	TDS	mg/lit	۱۸۸۰	۲۵۴۰-C
۹	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	T	.c	۳۳	۲۵۵۰-A
۱۰	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Oil& Grease	mg/lit	۸/۲	۵۵۲۰-B
۱۱	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Turb	NTU	۲۸	۲۱۳۰-B
۱۲	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	NH۴	Pt.Co	۲	۴۵۰۰-C
۱۳	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	NO۳	mg/lit	۱/۹	۴۵۰۰-N.A
۱۴	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	NH۳	mg/lit	۲/۶۸	۴۵۰۰-C
۱۵	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	CL	mg/lit	۴۶۸	۴۵۰۰-G
۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Detergant	mg/lit	۰/۲۱۵	۲۵۲۰-B
۱۷	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	SS	mg/lit	۰/۱۸	۲۵۴۰-D
۱۸	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Total coliform	MPN/۱۰۰	<۲/۲	۹۲۲۱-B
۱۹	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	Fecalcoali Form	MPN/۱۰۰	<۲/۲	۹۲۲۱-B
۲۰	۹۶/۰۵/۱۶	۹۶/۰۵/۱۶	EC	µs/cm	۲۹۵۰	۲۵۱۰-B

البته آنچه در بحث استفاده از فاضلاب صنعتی مهم است فلزات سنگین مثل کادمیم (cd)، جیوه (Hg)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) بوده که برای گیاهان، جانوران و انسان بسیار خطرناک می‌باشند. نتایج رسالی بیانگر عدم وجود یا میزان بسیار کم این عناصر نسبت به شاخص‌های استاندارد مجاز می‌باشد. (جدول ۳) میزان اکسیژن محلول (بیولوژیکی و شیمیایی) در محدوده قابل قبول برای فعالیتهای

کشاورزی می‌باشد. شایان ذکر است که دبی خروجی از تصفیه فاضلاب متغییر بوده و بطور میانگین ۳۰ مترمکعب در ساعت می‌باشد.

جدول ۳- خلاصه نتایج آزمایشگاهی فلزات سنگین در فاضلاب صنعتی تصفیه شده(کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر)

شاخص مجاز (mgr/lit)	مقدار گزارش شده (mgr/lit)	عنصر
۲	۰,۱	نیکل (Ni)
۱	۰,۱	سرب (Pb)
۰,۰۵-۱	۰,۱	کادمیم (Cd)
ناچیز (PPb)	۱	جیوه (Hg)

* واحداندازه گیری جهت عنصر جیوه (Hg) PPb می‌باشد. (قسمت در میلیارد)

خصوصیات فیزیکوشیمیایی باگاس و گل صافی

نتایج آنالیز اولیه ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی باگاس و گل صافی مورد استفاده تحقیق در جدول ۴ آورده شده است. همان طورکه در جدول مذکور مشخص می‌باشد این مواد دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی متفاوتی می‌باشند و به نحوی می‌توانند تکمیل کننده هم باشند.

جدول ۴- آنالیز اولیه ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی باگاس و گل صافی مورد استفاده

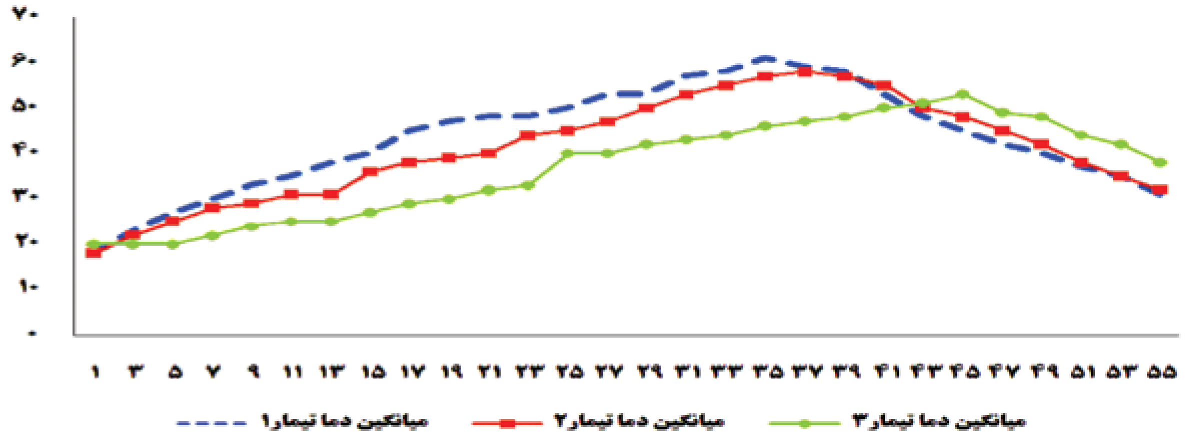
مواد اولیه	٪ رطوبت	فسفر (PPM)	٪ نیتروژن	٪ کربن	C/N	PH	شوری(ds/m)
باگاس	۴۱/۷	۱۴۰	۰/۲۹	۲۶/۹	۹۳	۶/۶۸	۳/۲
فیلترکیک	۵۸/۲	۹۶۰	۰/۶۷	۱۴/۹۳	۲۲,۳	۶/۵۵	۷/۸

*-ملاس به عنوان یک ماده تقویت کننده تولید کمپوست با منابع سر شار از مواد قندی، پتاسیم، ازت ۰.۵٪ (PH کمتر از ۶)

*-کود اوره $CO(NH_2)_2$ نیتروژن مورد نیاز برای تنظیم نسبت C\N مواد اولیه و نیز ازت مورد نیاز جهت فعالیت میکروارگانیسم مؤثر در فرآیند کمپوست سازی تأمین می‌کند.

بررسی روند تغییرات دمایی در حین فرایند کمپوست

دمای توده، عامل کلیدی و مؤثر بر فعالیت زیستی در یک توده درحال کمپوست شدن است. که نشانگر به حداکثر رساندن تجزیه و تخریب زیستی و تولید یک فرآورده سالم و عاری از عوامل بیماری زا و علف‌های هرز می‌باشد. بررسی روند تغییرات دمایی در حین فرآیند کمپوست در تیمار اول (باگاس+ گل صافی+ازت+ملاس) نشان داد که فاز تاخیری یا مزوفیل در روزهای اول تا چهاردهم و با دمای ۴۰-۲۰ درجه سلسیوس همراه و فاز ترموفیل بین روزهای ۱۳ الی ۳۳ و با دمای ۶۱-۴۵ درجه سلسیوس همراه بود. و درفاز سوم یا رسیدگی از روزهای ۳۴ الی ۴۵ با کاهش دما به ۳۱ درجه سلسیوس همراه بود. (نمودار ۱)



نمودار ۱- روند تغییرات دما در تیمارهای کمپوست تحقیق

همانگونه که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود فاز تاخیری یا مزوفیل در تیمار اول پس از ۱۴ روز از شروع فرآیند کمپوست با رسیدن به دمای ۴۰ درجه به اتمام می‌رسد ولی در تیمار دوم (باگاس+ گل صافی+ فاضلاب تصفیه شده) این مرحله پس ۱۹ و در تیمار سوم (باگاس+ گل صافی) پس از ۲۴ روز با رسیدن به دمای ۴۰ درجه به اتمام می‌رسد. فاز ترموفیل در تیمار اول و دوم به حداکثر دمای ۶۰ و ۵۸ درجه پس ۳۵ و ۳۷ روز دست یافت که نشانگر شرایط مشابه این دو تیمار جهت سهولت فعالیت میکروارگانیسم‌های فعال در محیط این تیمارها می‌باشد اما حداکثر دمای تیمار سوم پس از ۴۵ روز با دمای ۵۳ درجه رخ داد. فاز رسیدگی و کاهش دما در توده‌های کمپوست در تیمار اول و دوم از روز ۳۷ با دمای حدود ۵۸ درجه شروع و در روز ۵۵ فرآیند کمپوستینگ به حدود ۳۱ درجه سانتی گراد کاهش یافت.

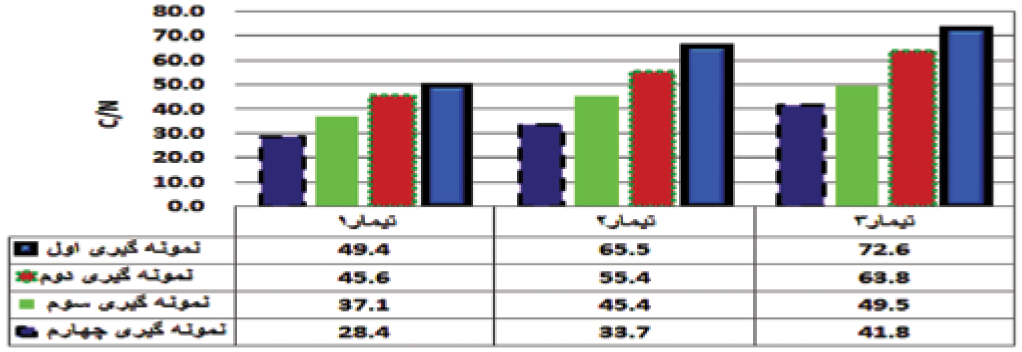
جدول ۵- بررسی فازهای دمای درفرآیند کمپوستینگ تیمارهای تحقیق

	فاز مزوفیل		فاز ترموفیل		فاز رسیدگی	
تیمار	مدت (روز)	محدوده دما	مدت (روز)	محدوده دما	مدت (روز)	محدوده دما
۱	۱-۱۴	(Oc)۲۰-۴۰	۱۵-۳۵	(Oc)۴۵-۶۱	۳۶-۵۵	(Oc)۳۱-۵۹
۲	۱-۱۹	۲۰-۴۰	۲۰-۳۷	۴۲-۵۸	۳۸-۵۵	۳۲-۵۷
۳	۱-۲۴	۲۰-۴۰	۲۵-۴۵	۴۰-۵۳	۴۶-۵۵	۳۸-۴۹

بررسی دمایی، تیمار ۳ نشان داد که این تیمار در طی ۴۵ روز به پایان فاز ترموفیل با حداکثر دمای ۵۳ می‌رسد و در پایان تحقیق (پایان مرداد ماه ۱۳۹۷) هنوز فاز رسیدگی به پایان نرسیده است. و به زمان بیشتری جهت تبدیل شدن به یک کمپوست بالغ را نیاز دارد. لذا با توجه به نتایج حاصل از اندازه گیری دما، می‌توان اعلام نمود که فرایند کمپوست در تیمار ۱ و ۲ کوتاه و در دوره‌ای ۵۰ روزه تکمیل شده است. که نتایج مشابه تحقیقات سرکمریان و صالحی (۱۳۹۴) می باشند.[۴]

بررسی روند تغییرات نسبت C\N

نتایج حاصل از بررسی تغییرات نسبت C\N نشان داد که تغییرات این شاخص در تمامی تیمارهای مورد آزمایش روندی کاهشی داشته است. طبق نتایج بدست آمده کمترین میزان C\N اولیه در تیمارهای ۱ و ۲ بود . در تیمار اول در طی ۵۵ روز از میزان ۴۹/۴ به ۲۸/۴ کاهش یافت در طی همین مدت میزان C\N در تیمار دوم(باگاس+ گل صافی+ فاضلاب تصفیه شده) از ۶۵/۵ به ۳۳/۷ کاهش یافت. نتایج تیمار سوم (باگاس+ گل صافی) نیز نشان داد با گذشت ۵۵ روز از شروع فرایند کمپوست روند کاهش C\Nبه کندی پیش رفته و از C\N اولیه ۷۲/۶ به ۴۱/۸ کاهش یافته است . البته لازم به ذکر است که در صورتی که حجم توده های کمپوست افزایش یابد و در نتیجه جمعیت میکروبی بشدت افزایش یافته و لذا احتمال افزایش دما و کاهش بیشتر نسبت C\N وجود دارد.



نمودار ۲- روند تغییرات نسبت C\N در تیمارهای کمپوست تحقیق

جدول۶ تجزیه واریانس نسبت C\N در تیمارهای کمپوست در نمونه گیری چهارم را نشان می دهد . همانگونه که ملاحظه می شود ، تیمارها اختلاف کاملا معنی داری دارند. جدول ۷ مقایسه میانگین ها را با آزمون دانکن نشان می دهد که تیمارهای در سه گروه آماری قرار گرفته اند.

جدول ۶- تجزیه واریانس نسبت C\N در تیمارهای کمپوست در نمونه گیری چهارم

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی(df)	میانگین مربعات (MS)	آزمون F	Sig.
تکرار	۱,۴۶۰	۲	۰,۷۳۰	۰,۳۷۴	۰,۷۱۰
تیمار	۲۷۱,۶۴۷	۲	۱۳۵,۸۲۳	۶۹,۵۲۴**	۰,۰۰۱
خطا	۷,۸۱۳	۴	۱,۹۵۳		
کل	۱۱۰۷۶,۱۳۰	۹			

** : بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد میباشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین های نسبت C\N در تیمارهای کمپوست در نمونه گیری چهارم(روش دانکن)

تیمار	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
۱	۲۸,۴۰۰۰		
۲		۳۳,۷۳۳۳	
۳			۴۱,۷۶۶۷
Sig.	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰

شایان ذکر است که در کشت و صنعت امیرکبیر کمپوست تولیدی در سایت فرآوری کمپوست با رطوبت حدود ۳۵ درصد بارگیری و به میزان ۴۰ تن در هکتار به مزارع منتقل و در حاشیه مزارع دپو می گردد.حدودا ۱۰ روز پس از انتقال عملیات پاشش کمپوست با کودپاش های مخصوص صورت می گیرد لذا با توجه به هوادهی خوبی که در زمان بارگیری و تخلیه و دپوی کمپوست در حاشیه مزارع انجام می شود انتظار می رود نسبت C\N کمپوست توزیع شده در سطح مزارع کاهش بیشتری یابد

نتیجه گیری

مدت زمان فرایند کمپوست رابطه مستقیم با نسبت C\N اولیه توده کمپوست دارد و این بدان معنی است که هرچه C\Nاولیه توده کمپوست بیشتر باشد احتمالاً به مدت زمان طولانی تری برای تثبیت مواد کمپوست و همچنین تغییر فاز باکتریایی به قارچی نیازمند است. عموماً میزان C\Nکمتر از ۲۰ در پایان دوره نشانگر بلوغ کمپوست می باشد[۷]. لذا اگرچه میزان ازت در تیمار ۲ (استفاده از فاضلاب تصفیه شده) نسبتاً محدود می‌باشد اما شاید به دلیل بار میکروبی موجود در فاضلاب سبب شده که جمعیت میکروارگانیسم‌های توده‌های کمپوست افزایش یافته و همین امر سبب افزایش دمای تیمار دوم و کاهش خوب C\N شده است. با توجه به اهمیت تنظیم نسبت کربن و ازت در شروع کمپوست سازی استفاده از فاضلاب تصفیه شده می تواند تا حد قابل قبولی کاهش نسبت کربن به ازت را به دنبال داشته باشد که در نتیجه آن مصرف منابع تامین کننده ازت مانند کود اوره کاهش خواهد یافت . از طرف دیگر استفاده از پساب در تولید کود کمپوست مزایای زیست محیطی و اقتصادی در خصوص کنترل آلودگی های فاضلاب کشت و صنعت های نیشکری را به دنبال دارد.لذا با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق و نیز مزایای اقتصادی و زیست محیطی استفاده از فاضلاب جهت تولید کود کمپوست ، ترکیب این ماده با باگاس و فیلتر کیک پیشنهاد می گردد.

منابع:

[۱]احمدی، پ. پناهپور، ا. بررسی اثر باگاس و فیلتر کیک نیشکر بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک هفتمین همایش ملی فن آوران نیشکر ایران.

[۲]بهروان، ح. اثراستفاده از باگاس و فیلتر کیک به برای اصلاح خصوصیات خاک وافزایش عملکرد نیشکر. انتشارات کشت وصنعت کارون. ۱۳۷۰

[۳]عبداللهی، ل. بررسی اثر افزایش باگاس و فیلتر کیک به عنوان کود آلی بر تغییر میزان کربن، میزان عناصر غذایی خاک، خصوصیات خاک و رشد عملکرد نیشکر. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه شهید چمران اهواز.۱۳۸۴

[۴] سرکمریان، ف. صالحی جوزانی،ع. مرادی، ف. بهینه سازی تولید سریع کمپوست غنی شده از باگاس نیشکر با استفاده از فرایندهای بیوتکنولوژیک. مجله علمی- پژوهشی زیست فناوری گیاهان زراعی. سال چهارم، شماره نهم، بهار ۱۳۹۴. (۶۴-۴۹)

[۵] حمدی، ح. و آمیلی، ح. سند ملی راهبردی تحقیقات نیشکر. تدوین. موسسه تحقیقات و آکوزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی و همکاران. ۱۳۹۰ . ص ۴۸-۴۵

[۶] ملکوتی محمد جعفر. تولید و مصرف بهینه کودهای شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. ۱۳۷۹

[7]Chang JI, Hsu TE (2008) Effects of compositions on foodwastecomposting.Bioresour.Technol.8074–8068:99.

[8] Hemayati S, Hamdi H, Taleghani D, Amili H (2011) National strategic plan of sugarcane research. Sugar beet Seed Institute (SBSI) and Sugarcane and byproducts Research, Education and Development Institute (Persian).

[9] Rezende CA, de Lima MA, Maziero P,deAzevedo ER, Garcia W, Polikarpov I(2011) Chemical and morphological characterization of sugarcane bagasse submitted to a delignification process for enhanced enzymatic digestibility,Biotechnol. Biofuels 54 :4.

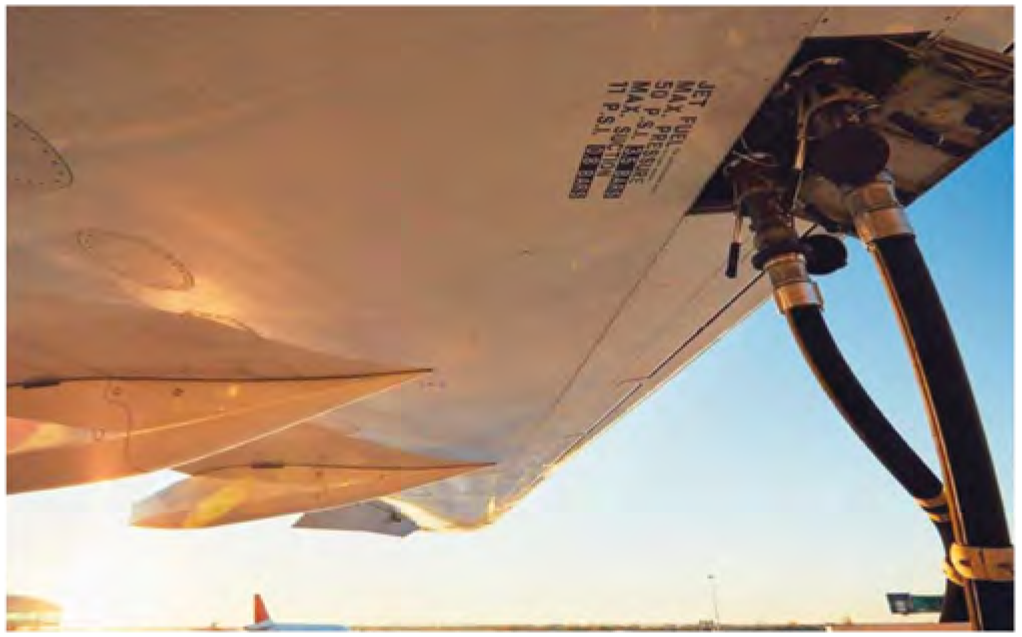
[10]Tiquia SM (2005) Microbiological parameters as indicatorsofcompostmaturity.J.Appl.Microbiol.828-816:99.

[11]Zayed G, Abdel-Motaal H (2005) Bioproduction of compost with low pH and high soluble phosphorus from sugar cane bagasse enriched with rock phosphate. World J. Microbiol. Biotechnol. 752-747 :21.

انرژی‌های آینده: آیا نیشکر می‌تواند منبع سوخت هواپیماها باشد؟

ترجمه - افشین آریز- مدیر مسئول نشریه

دانشمندان برای افزایش مقدار روغن در نیشکر آن را مهندسی کرده‌اند و در حال توسعه سوخت‌های تجدیدپذیر هواپیماهای جت از روغن هستند.



در یک جت مسافربری به طور متوسط در هر ساعت تقریبا ۷۵۰ گالن سوخت می‌سوزد.

دو درصد از انتشار گاز دی اکسید کربن ناشی از فعالیت انسان در دنیا مربوط به صنعت حمل و نقل هوایی می‌باشد. این سهم ممکن است نسبتا کوچک باشد (برای مقایسه، سهم تولید برق و گرمایش خانگی بیش از ۴۰ درصد است) اما هوانوردی در میان منابع تولید گازهای گلخانه‌ای در جهان یکی از سریعترین رشدها را داراست. پیش‌بینی شده که تقاضا برای سفر هوایی در ۲۰ سال آینده به دو برابر افزایش یابد. خطوط هوایی تحت فشار هستند تا میزان انتشار کربن خود را کاهش دهند و از طرفی نسبت به نوسانات جهانی قیمت نفت بسیار آسیب پذیر هستند. به همین دلایل و وجود این چالش‌ها خطوط هوایی علاقه شدیدی به سوخت‌های جت برگرفته از زیست توده دارند. سوخت بیوجت می‌تواند از مواد مختلف گیاهی شامل محصولات گیاهان روغنی، محصولات گیاهان قندی، گیاهان نشاسته‌ای و زیست توده لیگنوسلولزی، از طریق راه‌های مختلف شیمیایی و بیولوژیکی تولید شود. با این حال، فن آوری‌های تبدیل نفت به سوخت جت در مراحل پیشرفته‌تری قرار دارند و دارای بهره‌وری انرژی بیشتری نسبت به سایر منابع هستند.

نیشکر مهندسی شده، پربازده‌ترین گیاه در جهان، برای تولید روغن است که می‌تواند به سوخت زیستی جت تبدیل شود. در یک مطالعه، دریافتند که استفاده از این نیشکر مهندسی شده می‌تواند بیش از ۲۵۰۰ لیتر سوخت زیستی جت را در هر ایکر (حدود ۰/۴ هکتار) زمین تولید کند. به عبارت ساده، به این معنی است که یک بوئینگ ۷۴۷ می‌تواند برای ۱۰ ساعت با سوخت زیستی جت تولید شده در ۵۴ ایکر (حدود ۲۱/۸ هکتار) زمین پرواز کند. در مقایسه با دو منبع گیاهی رقیب، یعنی سویا (soybean) و ژاتروفا (jatropha)، لیپیدکین (Lipidcane) در حدود ۱۵ و ۱۳ برابر بیشتر سوخت جت به ازای هر واحد زمین تولید می‌کند.

ایجاد نیشکر دو منظوره

سوخت‌های زیستی جت تولید شده از مواد خوراکی غنی از روغن، مانند camelina و جلبک، برای اثبات امکان پرواز به طور موفقیت آمیزی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. انجمن تست و مواد آمریکا، ترکیب ۵۰:۵۰ از سوخت جت بر پایه نفت و سوخت جت بر پایه هیدروکربن‌های تجدیدپذیر را برای پروازهای تجاری و نظامی تأیید کرده است.

جمعیت علمی فن آوری نیشکر ایران
سال هشتم ■ زمستان ۹۷ ■ شماره چهل و چهارم

با این حال، حتی پس از تحقیقات قابل توجه و تلاش برای تجاری‌سازی، حجم تولید فعلی سوخت زیستی بسیار کم است. تولید این محصولات در مقیاس وسیع‌تر نیازمند پیشرفت‌های تکنولوژیکی و فراوانی مواد اولیه (محصولاتی که برای تولید سوخت استفاده می‌شوند) کم هزینه است. نیشکر یک منبع سوخت زیستی شناخته شده است. برزیل برای دهه‌های متمادی از سوخت با پایه الکلی حاصل از تخمیر شربت نیشکر استفاده کرده است. اتانول حاصل از نیشکر ۲۵ درصد انرژی بیشتری نسبت به مقدار استفاده شده در فرایند تولید دارد و باعث کاهش۱۲ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به سوخت‌های فسیلی می‌شود.

سئوال اینجاست که آیا می‌توان تولید روغن گیاهی طبیعی را افزایش داد و از روغن برای تولید بیودیزل که مزایای زیست محیطی بیشتری را در بر دارد، استفاده کرد. بیودیزل ۹۳ درصد انرژی بیشتری را نسبت به سوخت‌های فسیلی تولید می‌کند و میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را ۴۱ درصد کاهش می‌دهد. اتانول و بیودیزل هر دو می‌توانند در سوخت زیستی استفاده شوند، اما فن‌آوری‌های تبدیل روغن مشتق شده از گیاهان به سوخت جت، در مرحله‌ی پیشرفته‌ای از توسعه بوده و دارای بهره‌وری انرژی بالایی از محصول می‌باشند و برای گسترش در مقیاس وسیع آماده هستند.

هنگامی که در ابتدا مهندسی نیشکر برای تولید روغن بیشتر پیشنهاد شد، برخی از دانشمندان آن را غیر ممکن می‌دانستند. گیاه نیشکر به طور متوسط حاوی ۰/۰۵ درصد روغن است که برای تبدیل آن به بیودیزل بسیار کم است. بسیاری از دانشمندان گیاهی (گیاهشناسان) معتقد بودند که افزایش مقدار روغن به ۱ درصد برای گیاه سمی خواهد بود، اما مدل‌های کامپیوتری پیش‌بینی کردند که ما می‌توانیم تولید روغن را به ۲۰ درصد افزایش دهیم.

در سال ۲۰۱۲ میلادی یک پروژه تحقیقاتی به نام Plants Engineered برای جایگزینی روغن در نیشکر و سورگوم یا PETROSS راه‌اندازی شد. از آن به بعد، از طریق مهندسی ژنتیک، تولید روغن و اسیدهای چرب برای دستیابی به ۱۲ درصد روغن در برگ‌های نیشکر افزایش یافت.

در حال حاضر تلاش برای رسیدن به ۲۰ درصد روغن (حد تئوری بر اساس مدل‌های کامپیوتری) ادامه داشته و هدف تجمع روغن در ساقه گیاه، که قابل دستیابی‌تر از برگ‌ها است، می‌باشد. تحقیقات اولیه نشان داده است که حتی با این که گیاهان مهندسی شده، روغن بیشتری تولید می‌کنند، اما همچنان به تولید شکر ادامه می‌دهند. این گیاهان مهندسی شده را لیپیدکین (lipidcane) نامگذاری کرده‌اند.

محصولاتی با مزایای چند برابر از لیپیدکین (lipidcane)

لیپیدکین مزایای زیادی برای کشاورزان و محیط زیست به همراه دارد. محاسباتی که در این زمینه انجام شده نشان می‌دهد که کشت لیپیدکین با محتوای ۲۰ درصد روغن، در هر ایکر، پنج برابر سودآورتر از سویا که اصلی‌ترین ماده اولیه برای تولید بیودیزل در ایالات متحده است و دو برابر سود ذرت، در هر ایکر می‌باشد.

سوخت زیستی جت برای پایدار بودن و عملیاتی شدن، باید مقرون به صرفه بوده و تولید محصولات در واحد سطح افزایش یابد که استفاده از زمین‌های زراعی را به حداقل برساند. برآورد شده که لیپیدکین محتوی ۵ درصد روغن، در مقایسه با سویا می‌تواند چهار برابر بیشتر سوخت جت را در هر ایکر زمین تولید کند. لیپیدکین با محتوای ۲۰ درصد روغن می‌تواند بیش از ۱۵ برابر سوخت جت در هر ایکر تولید کند. علاوه بر اینها لیپیدکین مزایای دیگری در زمینه انرژی در بر دارد. تفاله گیاهی باقی مانده پس از استخراج عصاره ساقه نیشکر، که به عنوان باگاس شناخته می‌شود، می‌تواند برای تولید بخار و برق سوزانده شوند و به عنوان جایگزینی برای تولید برق از سوخت‌های فسیلی باشد همانگونه که در برزیل برای تولید اتانول از نیشکر استفاده می‌شود.

در جستجوی energycane

تحقیقات بر روی لیپیدوکین شامل مهندسی ژنتیک در خصوص فتوسنتز موثرتر در گیاه که منجر به رشد بیشتر خواهد شد، نیز می‌شود. در یک مقاله در سال ۲۰۱۶، استفن لانگ و همکارانش نشان دادند که بهبود کارایی فتوسنتز در توتون باعث افزایش رشد آن تا ۲۰

نهمین همایش ملی فناوران نیشکر ایران
۱و۲ اسفندماه ۱۳۹۷
پنجمین نمایشگاه نیشکر و صنایع جانبی
دانشگاه شهید چمران اهواز

درصد می‌شـود. در حال حاضر، تحقیقـات اولیه و آزمایش‌های جانبی همزمان با آن نشـان می‌دهد که عملکرد فتوسـنتزی نیشـکر تا ۲۰ درصد و در شـرایط خاص و کنترل شـده نزدیک به ۷۰ درصد بهبود یافته است.

هم اکنون کار مهندسی بر روی انواع واریته‌های نیشکر برای دستیابی به تولید بیشـتر روغن در هر هکتار به نام "energycane" آغاز شده است. قبل از این که بتوان یک محصول تجاری داشت، دستیابی به یک گیاه زنده با روغن کافی برای تولید بیودیزل و سوخت زیستی جت، که صرفه اقتصادی داشته باشد، یک قدم مهم به شمار می‌آید.

نیشکر نرمال (سمت چپ) در کنار نیشکر مهندسی شده PETROSS، که به طور قابل توجهی بلندتر و باشکوهتر است (فارادی آلتیرت / دانشگاه فلوریدا، CC BY-ND)

منبع:

By Deepak Kumar, Stephen P. Long and Vijay Singh, The Conversation
smithsonian.com, November 2017 ,21

ساخت کارخانه قند در کویر مصر

چین بـرای کارخانه عظیم قند به کویر مصر می رود. چین در حال برنامه ریزی برای کشـت میلیون ها تن چغندر قند در کویر مصر است. این کارخانه که در حومه شـهر Minya سـاخته می شـود و انتظار می رود بزرگترین کارخانه در آفریقا باشـد، از طریق مشـارکت بین یک تولید کننده و صادر کننده قند از امارات متحده عربی و شـرکت سـرمایه گذاری بانک ملی مصر ایجاد می شود.

یک شرکت چینی که این مسئولیت را بعهده گرفته است، با استفاده از سـکوهای حفـاری و دیگر تجهیزات سـنگین از جملـه جرثقیل، ژنراتورهای برق، کامیون و وسـایل نقلیه در نقاط مختلف کویر، برای اجرای این پروژه دو ساله تأمین آب را انجام خواهد داد. مدیرشرکت ZPEC اعـلام کـرد که از سـال ۲۰۱۶، این شـرکت در پروژه ملی احیای زمین ها در مصر مشـغول به کار بوده و ۳۸ چاه کشـاورزی را برای ارتش مصر در شـبه جزیره سـینا حفر کرده است. مدیر املاک پـروژه شـکر در Minya نیز گفت که حفاری های عملیاتی شـده توسـط ZPEC رضایت بخش بوده و نتایج آزمایشـات پمپاژ "خیلی بهتر از انتظارات ما بود". جیر خاطرنشان کرد که کل سرمایه گذاری در امـلاک و کارخانه چغندرقند و کارخانه تقریبا به یک میلیارد دلار رسـیده و افزود که این سـازه ها در حدود شش ماه آغاز می شود و امیدوارم ظرف ۴۲ ماه به پایان برسد. "این املاک در حدود ۵۰،۰۰۰ هکتار خواهد بود.

مساحت کارخانه یکصد هکتار بوده و یکی از بزرگترین کارخانه ها در خاورمیانه خواهد شد؛ زیرا این کارخانه روزانه ۳۶۰۰۰ تن چغندرقند را لازم دارد. اعلام شـده اسـت کـه در ماه فوریه سـال ۲۰۲۲، این کارخانه راه اندازی خواهد شـد و حـدود ۵/۵ میلیون تن چغندر در سال نیاز خواهد داشت.

معرفی کتاب

عنوان کتاب: دستورالعمل استفاده از گچ برای اصلاح خاک های سدیمی

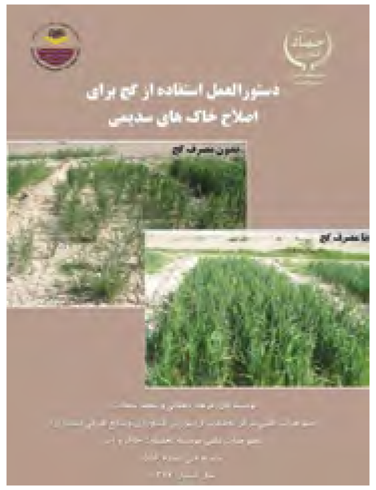
نوع رسانه: نشریه فنی

موضوعات: خاک و تغذیه و سموم زراعت

نویسندگان : آقای فرهاد دهقانی ؛ آقای سعید سعادت

موسسه / مرکز/ سازمان: موسسه تحقیقات خاک و آب

تاریخ انتشار: ۱۳۹۷



عنوان کتاب: راهنمای کاشت، داشت و برداشت کینوا در شرایط شور

نوع رسانه: کتاب

موضوعات :دانه های روغنی

نویسنده : معصومه صالحی، فرهاد دهقانی

موسسه / مرکز/ سازمان: نشرآموزش (سازمان تحقیقات،آموزش،کشاورزی)

موسسه تحقیقات ملی شوری

تاریخ انتشار: ۱۳۹۷