نشریه علمی جمعیت علمی فرآوری نیشکر ایران

نیشکر

شماره ۴۹ بهار ۹۹

مقالات این شماره:

- **تعیین کارایی مصرف نیتروژن در زراعت نیشکر**
  جعفر آل‌کثیر، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، پرویز رضوانی مقدم
- **بررسی فسفر در خاک‌های تحت کشت نیشکر**
  سعید صفیرزاده، افشین آریز، محمد فدعمی
- **طراحی، ساخت و نصب سیستم وایرینگ کامل دروگرهای ۷۰۰۰ Austoft نیشکر** (شرکت کشت و صنعت دعبل خزایی)
  حسن خلفیان امینه
- **بررسی عوامل موثر بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی**
  بهنام کرمی جمسی نژاد
- **روش‌های مدیریت بقایای نیشکر پس از برداشت سبز**
  عبداله عمرانی، نادر بهبهانی نژاد
- **تأثیر استفاده از پلیمر سوپرجاذب بر رشد و عملکرد گیاه نیشکر در یک خاک با بافت شنی**
  پردیس خاجی، کوروش مسعودیان خوزانی
- **تئوری صرفه‌جویی در مصرف انرژی کارخانه تولید شکر**
  حبیب حاملی
- **تاثیر بیوچار تهیه شده از ضایعات کشاورزی بر میزان نگهداشت آب در مکش‌های مختلف** در کشت و صنعت امیرکبیر
  بیژن خلیلی مقدم، شیما قاضیانی

بانک اطلاعات حبوب

نشریه علمی

جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران

زیرنظر وزارت علوم تحقیقات و فناوری

سال دهم ● بهار ۱۳۹۹ ● شماره ۴۹

فهرست

سرمقاله «پیامدهای زیست محیطی و کشاورزی درپساکرونا » ۱
دکتر حسین موذن رضامحله

تعیین کارایی مصرف نیتروژن در زراعت نیشکر ۲۱
جعفر آل‌کثیر، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، پرویز رضوانی مقدم

بررسی فسفر در خاک‌های تحت کشت نیشکر ۲۷
سعید صفیرزاده، افشین آریز، محمد فدعمی

طراحی، ساخت و نصب سیستم وایرینگ کامل دروگرهای ۷۰۰۰ Austoft نیشکر (شرکت کشت و صنعت دعیل خزایی) ۳۳
حسن خلفیان امینه

بررسی عوامل موثر بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی ۴۵
بهنام کرمی چنسی نژاد

روش‌های مدیریت بقایای نیشکر پس از برداشت سبز ۵۵
عبداله عمرانی، نادر بهبهانی نژاد

تأثیر استفاده از پلیمر سوپرجاذب بر رشد و عملکرد گیاه نیشکر در یک خاک با بافت شنی ۵۹
پردیس خاجی، کوروش مسعودیان خوزانی

تئوری صرفه‌جویی در مصرف انرژی کارخانه تولید شکر ۶۳
حبیب حاملی

تاثیر بیوچار تهیه شده از ضایعات کشاورزی بر میزان نگهداشت آب در مکش‌های مختلف در کشت و صنعت امیرکبیر ۷۱
پیژن خلیلی مقدم، شیما قاضیانی

صاحب امتیاز:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران

ناشر:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران

مدیر مسئول:
مهندس افشین آریز

سردبیر:
دکتر سارا پورکیهان

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

ویراستار علمی:
دکتر حسین موذن رضامحله

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: ۳۳۱۳۰۳۵۹-۰۶۱
وب سایت: https://irssct.com
پست الکترونیک: irssct@gmail.com
info@irssct.com

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

سرمقاله

پیامدهای زیست محیطی و کشاورزی درپساکرونا

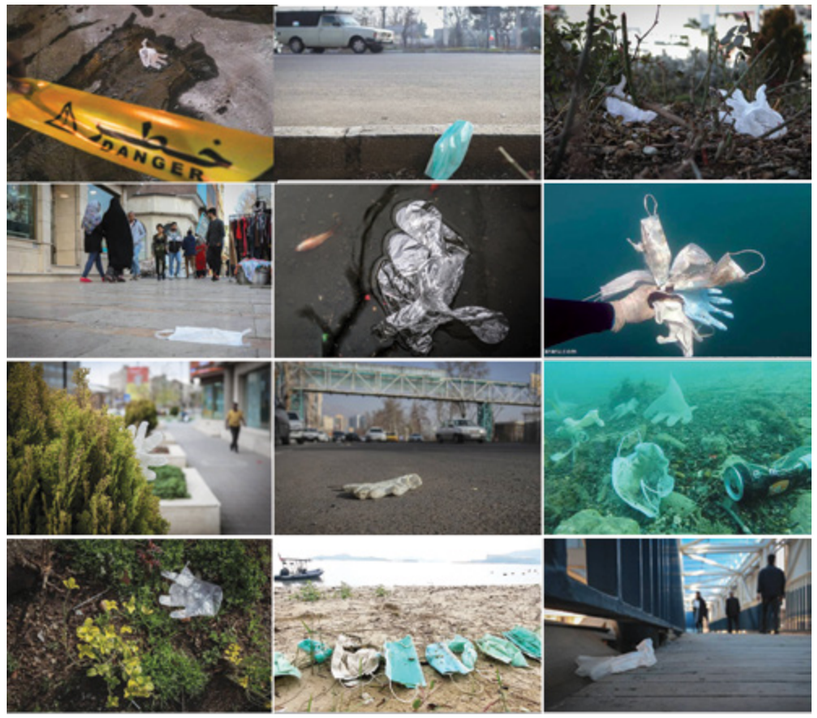
دکتر حسین موذن رضامحله

متاسفانه بعد از اپیدمی بیماری کرونا، در سطح کشور به مبحث آلودگی محیطی ناشی از این بیماری توجه زیادی نشده است. مصرف بیش از حد شوینده‌ها، مصرف مواد ضدعفونی کننده در شهرها، مصرف بیش از حد دستکش‌ها و ماسک‌ها و همچنین رها شدن آن‌ها در طبیعت و استفاده بیش از حد از آب شرب، همه این‌ها جزء عوارض این روزهای کرونایی محسوب می‌شوند. به دنبال اپیدمی و پاندمی‌ها، یکی از موارد بسیار شایع ایجاد مخازن و ناقل‌های میکروبی است که مستقیما به محیط زیست و برخی حیوانات مربوط می‌شود و می‌تواند یکی از دلایل مهم بازگشت بیماری باشد. البته هیچ مستندی مبنی بر وجود کرونا ویروس، در منابع آب سطحی و زیرزمینی و یا انتقال از طریق آب آشامیدنی آلوده، وجود ندارد و تحقیقات نشان می‌دهد این ویروس نسبت به سایر ویروس‌ها در آب بسیار شکننده‌تر است و گندزدایی امکان از بین رفتن ویروس را فراهم می‌کند. لذا تصفیه آب با استفاده از روش‌های متداول شامل فیلتراسیون و گندزدایی در شبکه توزیع و یا نقطه مصرف از راه‌های ایمنی سالمی به شمار می‌آید که البته تصفیه خانه‌ها با مدیریت مناسب می‌بایست نسبت به تصفیه فاضلاب‌ها اقدام نموده و نگاهی هم می‌بایست به میزان مصرف آب ناشی از شستشوی مکرر دست‌ها و ... داشته باشیم. همچنین رعایت پروتکل‌های بهداشتی در مورد پسماندها باعث می شود که پسماندها، به عنوان کانونی برای شیوع بیماری‌های عفونی قلمداد نشده وکمترین میزان ابتلا به کرونا را بین کارگران شهرداری شاهد خواهیم بود. از سوی دیگر، توقف اجباری در تولید گازهای گلخانه‌ای، آلاینده‌های هوا، پسماندها و فاضلاب‌های صنعتی و حتی تخریب منابع طبیعی به عنوان جنبه مثبت شیوع بیماری کرونا بر محیط زیست قلمداد می‌شود که بشر با کاستن از فعالیت‌های اقتصادی خود به نوعی فرصت مجددی به محیط زیست داده است.

گرچه درحال حاضر دست درازی جامعه بشری به محیط زیست محدود شده است که البته این موضوع با دوره طولانی که از تاثیر منفی انسان در محیط زیست، به دست آمده، ناچیز است. با این حال ممکن است این شرایط در دوران پساکرونا با افزایش فعالیت اقتصادی تغییر کند و چه بسا آلاینده‌های بیشتری تولید شود.

تاثیر فعلی کرونا بر محیط زیست، بازگشت شرایط بعد از کرونا و وضعیت محیط زیست در شرایط بعد از کرونا موضوعی است که این روزها برای محیط زیست متصور می‌شود اما آنچه در شرایط فعلی اهمیت دارد این است که محیط زیست توانسته فرصتی برای نفس کشیدن پیدا کند و همچنین در بخش حیات وحش نیز احساس امنیت بیشتری ایجاد شده است و در این مدت زاد و ولد حیات وحش افزایش پیدا کرده است

در آخر اینکه پروژه‌های تحقیقاتی با مبنای بررسی بیوانفورماتیکی، نمونه‌گیری از آب و خاک، گیاه، تیمار کردن نمونه‌ها ، تشخیص ویروسی و آنالیز نتایج با استفاده از آزمون‌ها و نرم افزارها در سطح ملی پیشنهاد می‌گردد.



عنوان مقاله:

تعیین کارایی مصرف نیتروژن در زراعت نیشکر

Determination of Nitrogen Use Efficiency in Sugarcane

نویسنده مسئول: جعفر آل‌کثیر
دکتری آگرواکولوژی
معاون بهره برداری کشاورزی و تولیدات غیر نیشکری شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی
EMAIL:jalekasir1967@gmail.com
سایر نویسندگان: علیرضا کوچکی * ، مهدی نصیری محلاتی* ، پرویز رضوانی مقدم *
* اساتید گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به منظور بهینه‌سازی مصرف کود نیتروژنه در زراعت نیشکر و افزایش بهره‌وری نیتروژن جهت صرفه‌جویی اقتصادی، حفاظت محیط زیست و سلامت جامعه، تحقیقی در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و۹۵-۱۳۹۴ در کشت و صنعت نیشکر امام خمینی(ره) واقع در شهرستان شوشتر استان خوزستان در سه تکرار و ۱۰ تیمار به صورت کرت‌های خُرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر روی واریته CP۶۹-۱۰۶۲ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل مقادیر مختلف مصرف نیتروژن در پنج سطح: صفر، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و فاکتور فرعی به دو روش شامل سه قسط و چهار قسط در دوره کوددهی بود. تیمارهای مورد آزمایش هم در سال اول (کشت جدید) و هم در سال دوم (بازرویی اول) از نظرکارایی جذب و بهره‌وری نیتروژن و همچنین از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. با افزایش میزان مصرف کود، راندمان جذب و بهره‌وری مصرف نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در نیشکر تازه کشت و بازرویی، به ترتیب با ۱۳۴ و ۹۲ تُن نیشکر در هکتار و ۱۴/۵ و ۱۰/۹ تُن شکر، بهترین تیمار بوده که با تیمارهای مصرف ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی با شاهد و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف معنی‌دار داشت. کارایی جذب نیتروژن درسال اول (کشت جدید) برای تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار ۵۷٪ بود و با افزایش مصرف نیتروژن به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به ۳۳٪ کاهش پیدا کرد. کارایی جذب نیتروژن در بازرویی اول برای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرف شده، ۴۴٪ و با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۲۸٪ تقلیل یافت.

واژگان کلیدی: نیشکر، شکر، نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن

ABSTRACT

In order to optimize the use of nitrogen fertilizer in sugar cane cultivation and increase nitrogen efficiency for economic saving, environmental protection and community health, a research was conducted in the sugar cane field in Imam Khomeini sugar cane agro industry in Shushtar, Khuzestan, Iran was carried out in three replications and 10 treatments as split plots based on a randomized complete block design on variety of CP69-1062. The main factor consisted of different levels of nitrogen application at five levels of 0, 100, 150, 200 and 250 kg Nitrogen per hectare and the sub factor was two methods including three turns and four turns' application of fertilizer during the fertilization period. The treatments showed significant differences in terms of nitrogen absorption efficiency and nitrogen efficiency in both the first year (new plant) and the second year (first ratoon). As fertilizer increased, nitrogen uptake efficiency and nitrogen use efficiency decreased significantly.

The consumption of 150 kg ha-1 nitrogen in the first and second years produced 134 and 92 tons of cane sugar per hectare respectively, which did not show significant difference with 200 and 250 kg ha-1 nitrogen treatments, but with control and consumption of 100 kg ha^{-1} nitrogen, showed significant differences. The nitrogen uptake efficiency in the first year (new plant) was 57% for 150 kg ha-1 and decreased to 33% by increasing nitrogen consumption to 250 $kgha^{-1}$. Nitrogen uptake efficiency in the first ratoon for 150 $kgha^{-1}$ of nitrogen consumed was 44% and reduced to 28% by using 250 kg nitrogen per hectare.

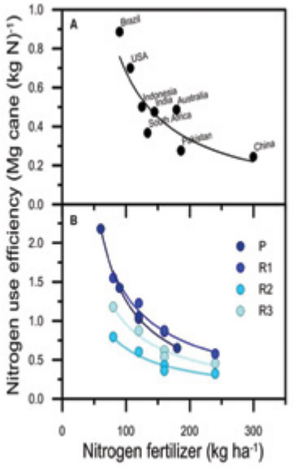
KEY WORDS: Sugarcane, Sugar, Nitrogen, Nitrogen use efficiency

مقدمه

استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنه در سیستم‌های زراعی متمرکز و مدرن، پیش شرط لازم برای رسیدن به حداکثر محصول می‌باشد (فاجریا،۱۹۹۲). با این وجود، در شرایط فعلی کشاورزی و اقتصادی، کشاورزان می‌بایست با مصرف بهینه کودها به خصوص کودهای نیتروژنه، ضمن جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف این کودها، حاشیه سلامت و امنیت اقتصادی محصولات خود را نیز افزایش دهند (هیرل و همکاران ، ۲۰۰۱). کاربرد کودهای نیتروژنه در مقادیر بیش از حد نیاز گیاه، می‌تواند منجر به ازدست رفتن این عنصر به محیط زیست گردد که این امر تأثیر منفی بر اکوسیستم‌های طبیعی خواهد داشت (پیکارد و همکاران،۲۰۱۰). لذا با توجه به اثرات زیست محیطی کودهای نیتروژنه ، نباید تنها هدف را بر روی افزایش عملکرد محصول متمرکز نماییم، بلکه می‌بایست بر افزایش کارایی مصرف و بهره‌وری بیشتر از آن‌ها نیز متمرکز گردید. گزارش شده است که کارایی مصرف کودهای نیتروژن دار نسبتاً پایین است و مقدار جذب آن‌ها از خاک به وسیله یک گیاه زراعی کمتر از ۵۰ درصد و در برخی خاک‌ها کمتر از ۳۰ درصد است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). معمولاً افزایش مصرف کودها همانند کودهای نیتروژنه، با کاهش کارایی آن‌ها همراه است، به‌عبارت دیگر، بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن بدست می‌آید و بتدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، نیازگیاه به عنصر غذایی برطرف شده و از این مرحله به بعد، واکنش آن در برابر کود شیمیایی کم و بنابراین کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد. متوسط جهانی کارایی مصرف نیتروژن در غلات حدود ۳۳ درصد تخمین زده می‌شود، این مقدار در کشورهای توسعه یافته ۴۲ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۲۹ درصد است (رائون و جانسون، ۱۹۹۹). نتایج ارزیابی‌های تیلمن و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که افزایش مصرف کودهای نیتروژنی، کارایی مصرف نیتروژن را از ۷۰ کیلوگرم دانه گندم به ازای هر کیلوگرم نیتروژن در سال ۱۹۶۰ میلادی به ۲۲ کیلوگرم دانه گندم به ازای هر کیلوگرم نیتروژن، در سال ۲۰۰۱ میلادی، کاهش داده است. بررسی روند تغییرات مصرف و بهره‌وری در نظام تولید گندم در طی یک دوره چهل ساله (۱۳۸۹-۱۳۵۰هجری شمسی) نشان داد که میانگین رشد مصرف کودهای نیتروژنی و عملکرد در بوم نظام‌های گندم آبی ایران در طی چهار دهه به ترتیب ۹/۵ و ۳/۴ برابر می‌باشد (نصیری محلاتی و کوچکی، ۱۳۹۶).

کارایی و بهره‌وری نیتروژن در مزرعه با مدیریت مناسب منابع نیتروژنی و از طریق راههایی همانند: کنترل میزان مصرف، زمان مصرف و هم چنین جایگذاری مناسب کودهای نیتروژن‌دار تا حدود زیادی بهبود می‌یابد (کوتوا و مارچوا، 2012a). مفهوم کارایی مصرف نیتروژن بصورت خیلی گسترده‌ای در تحقیقات زراعی به منظور محاسبه کمیت نیتروژن جذب شده توسط گیاه از خاک و تبدیل آن به عملکرد محصول استفاده می شود (گود و همکاران، ۲۰۰۴). برخی محققین کارایی مصرف عناصر غذایی را به صورت افزایش عملکرد بخش برداشت شده گیاه به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده به صورت کود بیان کرده‌اند (کوک، ۱۹۸۷). برای بررسی کارایی مصرف نیتروژن، ارزیابی شاخص‌های تشکیل دهنده آن شامل: کارایی بازیافت (جذب) نیتروژن[1]، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن[2]، کارایی زراعی نیتروژن[3] و بهره‌وری جزیی نیتروژن[4] می‌توانند مفید باشد (فاجریا، ۲۰۱۴، دوبرمان، ۲۰۰۵). کارایی زراعی نیتروژن، بازده کل سیستم را نشان داده و از حاصل ضرب کارایی بازیافت و کارایی فیزیولوژیک بدست می‌آید.

کارایی استفاده از نیتروژن در نیشکر(A) درکشورهای مختلف (رابینسون و همکاران، ۲۰۱۱)
و درسنین مختلف (B) نیشکر (تورن بورن و همکاران، ۲۰۰۳).



نیتروژن در گیاه نیشکر

عنصر نیتروژن یکی از عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان زراعی از جمله نیشکر است. کمبود این عنصر بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به علت کم بودن مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره این عنصر هستند، بیشتر از سایر عناصر غذایی اتفاق می‌افتد. نیتروژن اولین و مهمترین عنصر غذایی برای تولید نیشکر در جهان است (وایدنفیلد و انسیسو، ۲۰۰۸).گیاه نیشکر به‌دلیل تولید ماده خشک زیاد و برای رسیدن به حداکثر محصول، نیازمند آب و نیتروژن فراوان می‌باشد (وایدنفیلد، ۱۹۹۵، تورن بورن و همکاران، ۲۰۰۵). کمبود این عنصر با تأثیر بر رشد کل گیاه از طریق کوتاه و باریک شدن ساقه‌های نیشکر و هم چنین کاهش تعداد پنجه‌ها، باعث کاهش

1- Crop recovery efficiency of applied N 2- Physiological efficiency of applied N 3-Agronomic efficiency of applied N
4- Partial factor productivity of applied N (often simply called nitrogen use efficiency or NUE)

عملکرد می‌گردد. از طرفی مقادیر بیش از حد نیتروژن می‌تواند منجر به کاهش غلظت ساکارز در ساقه گردد (موچاو و رابرتسون، ۱۹۹۴). بهمنی(۲۰۱۱) گزارش کرد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، یک روند صعودی در ارتفاع نیشکر، عملکرد کمی و کیفی نیشکر مشاهده گردیده است و آن را ناشی از تأثیر نیتروژن در رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش کمی عملکرد دانست. ژائو و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاهش مقدار مصرف نیتروژن به طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش رشد و نمو، کاهش توسعه سطح سبز و کاهش پنجه‌زنی در گیاه نیشکر می‌گردد. آلیسون و پامنتر (۲۰۰۲) گزارش کردند که افزایش میزان نیتروژن، به خصوص هنگامی که نیتروژن از اوایل دوره رشد استفاده شد، باعث افزایش میزان زیست توده نیشکر، افزایش عملکرد ساقه و در پی آن افزایش عملکرد ساکارز در گیاه تا ۳۴درصد گردید. مقادیر جهانی توصیه شده کودهای نیتروژنه برای تولید نیشکر بین ۴۵ تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار درسال متغیر می‌باشد (سریواستاوا و همکاران، ۱۹۹۲) ولی به طور متوسط مقدار مناسب در اکثر مناطق نیشکر کاری جهان بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال متغیر است (دگوئز،۱۹۷۳). در خصوص عملکرد نیشکر در مقادیر مختلف کاربرد نیتروژن، مطالعات زیادی توسط محققین متعددی انجام شده است، ولی نتایج این تحقیقات به طور قابل توجهی با یکدیگر متفاوت هستند. احمد و همکاران (۲۰۰۹) در مصر نشان دادند که عملکرد ساقه قابل آسیاب پاسخ معنی‌داری به سطوح مختلف مصرف نیتروژن داشت به طوری که افزایش مصرف آن از ۱۶۰ به ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار، باعث افزایش عملکرد ساقه قابل آسیاب گردید. در حالی که گانا (۲۰۰۸) گزارش کرد با افزایش مقادیر مصرف نیتروژن به بیش از ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد درگیاه نیشکر مشاهده نگردید. در یک آزمایش در مزارع نیشکر کشت و صنعت کارون، کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در یک خاک با بافت لومی‌رسی سیلتی نشان داد که بیشترین عملکرد با ۱۳۳ تُن نیشکر در هکتار و ۱۳/۵ تُن شکر در هکتار مربوط به کاربرد ۱۷۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد (شمیلی و بحرانی، ۲۰۱۳). برخی محققین گزارش کرده‌اند که مقادیر مختلف نیتروژن(صفر، ۶۰ ، ۱۲۰ و۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تقسیط آن (یک، دو و سه تقسیط) هیچ تأثیری بر عملکرد گیاه نیشکر نداشته است (جورج و همکاران، ۲۰۱۳). رایس و همکاران(۲۰۰۲) نیاز گیاه نیشکر به نیتروژن در خاک‌های شنی فلوریدا را برابر با ۲۰۲ کیلوگرم نیتروژن درهکتار درسال بیان کردندکه به صورت تقسیط در دوره رشد گیاه مصرف گردید.

اولیویرا و همکاران (۲۰۱۱) مقادیر نیاز به عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای تولید یک تُن ساقه نیشکر را به ترتیب ۱/۵ ، ۰/۲۱ و ۳/۱ کیلوگرم گزارش کردند. لیته و همکاران(۲۰۱۶) نیاز نیشکر به عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در عملکردهای بین ۸۰ تا ۱۶۰ تُن ساقه در هکتار را به ترتیب برابر با ۱/۳ تا ۱/۶ کیلوگرم نیتروژن، ۰/۲۱ تا ۰/۲۸ کیلوگرم فسفر و ۲/۴ تا ۳/۲ کیلوگرم پتاسیم به ازای تولید هر تُن ساقه نیشکر گزارش کردند. در حال حاضر در تمام مناطق نیشکرکاری در استرالیا برای عملکردهای کمتر از یکصد تُن نیشکر در هکتار، مقدار موردنیاز نیتروژن برابر با ۱/۴ کیلوگرم نیتروژن به ازای تولید یک تُن نیشکر می‌باشد (شرودر وهمکاران، ۲۰۱۴). اکثریت محصولات زراعی، بجز لگوم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، قادر به تبدیل ۳۰ تا ۴۰ درصد از نیتروژن مصرفی به اجزاء غذایی مفیدگیاه، همانند دانه هستند (رائون و جانسون، ۱۹۹۹). لذا در مصرف نیتروژن می‌بایست توجهی خاص وگسترده به آن مقدار از نیتروژن که توسط گیاه جذب نمی‌شود، معطوف داشت. نزدیک به نصف یا کمتر، از نیتروژن مصرف‌نشده توسط گیاهان در معرض عواملی ازقبیل آبشویی به شکل نیترات و یا انتشار ترکیبات گازی به اتمسفر، قرار دارند (باندی و آندراسکی، ۲۰۰۵). این امر نه تنها هزینه‌های تولید محصول را بالا می‌برد بلکه سلامت انسان و ثبات اکوسیستم‌های طبیعی را نیز تهدید می‌کند (کایزر،۲۰۰۱ ، دوآن و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین استفاده نامناسب از نیتروژن می‌تواند منجر به جذب کمتر آن توسط گیاه، هزینه بیشتر و همچنین آلودگی بیشتر محیط زیست گردد و لذا یکی از برنامه‌های بهبود محصول، به حداکثر رساندن بهره‌وری استفاده از نیتروژن می‌باشد (گود و همکاران، ۲۰۰۴، کستل آنوس و همکاران، ۲۰۱۰). در این راستا بهبود کارایی مصرف نیتروژن از اهمیت خاصی برخوردار است. کارایی مصرف نیتروژن در نیشکر، مورد مطالعه زیادی قرار نگرفته است، هر چند نیتروژن یک جزء مؤثر و معنی‌دار از عملکرد و مقدار ساکارز در زمان برداشت نیشکر است (سلیم و همکاران، ۲۰۱۲). دوره رشد طولانی گیاه نیشکر(برخلاف سایر غلات) چالش های متعددی را برای کارایی استفاده از نیتروژن فراهم می‌کند (وایدنفیلد، ۱۹۹۷). با این حال در موارد تحقیق شده نیز نتایج با یکدیگر تناقض دارند. موچاو و رابرتسون (۱۹۹۴) معتقدند که کارایی مصرف نیتروژن در نیشکر نسبت به سایر گیاهان بیشتر است، ولی برخی محققین، مقدار آن را حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد بیان کرده اند (والیس و کیتینگ، ۱۹۹۴). یکی از دلایل این نتایج متناقض، این است که نیشکر دارای یک دوره رشد طولانی است که به آن اجازه می‌دهد بخشی از نیتروژن مورد نیاز خود را از خاک تأمین نماید. علاوه بر این کودهای نیتروژنه، معمولاً در اوایل دوره رشد نیشکر مصرف می‌شوند که این می‌تواند باعث محبوس شدن بخشی از نیتروژن توسط موادآلی خاک و یا از دست رفتن آن از روش‌های دیگر (تصاعد، آبشویی و ...)گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به مدت دو سال بر روی مزرعه تازه کشت و بازرویی اول گیاه نیشکر با واریته CP۶۹-۱۰۶۲ به صورت کرت های خُرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر پنج مقدار کود اوره با احتساب نیتروژن خالص: صفر، ۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های اصلی و دو روش تقسیط متفاوت کود (سه تقسیط و چهار تقسیط) در کرت‌های فرعی و درسه تکرار انجام گردید. روش مصرف کود برای همه تیمارهای کودی، به روش کوددهی همراه با آب آبیاری[1] بود. اولین تاریخ کوددهی بیستم فروردین‌ماه در نظر گرفته شد و نوبت‌های بعدی به فواصل یک ماهه برای روش تقسیط چهار مرحله‌ای و چهل و پنج روزه برای روش تقسیط سه مرحله‌ای از تاریخ شروع کوددهی اجرا گردید.

عملیات آبیاری و کوددهی

تنظیم دبی خروجی محلول کودی

هر کرت فرعی با مساحت ۱۸۳ مترمربع شامل پنج ردیف نیشکر (به طول ۲۰ متر و با فواصل ۱/۸۳ متر) بود. به منظور حذف اثرات ناشی از نفوذ آب و نیتروژن از تیمارهای مختلف روی یکدیگر، بین هر دو کرت، دو فارو (به عرض ۳/۶ متر) به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. هم‌چنین بین تکرارها سه متر فاصله در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش عبارتند از:

تیمارهای اصلی:

تیمار شاهد (N_0): بدون مصرف کود نیتروژن

تیمار اول (N_1): مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال.

تیمار دوم (N_2): مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال.

تیمار سوم(N_3): مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال.

تیمار چهارم(N_4): مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال.

تیمارهای فرعی :

تیمار سه قسط کوددهی (T_1)

تیمار چهار قسط کوددهی (T_2)

نقشه طرح

1- Fertigation

قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌برداری خاک از سه عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری (با توجه به عمق پراکنش ریشه‌های گیاه نیشکر) انجام و پس از تهیه نمونه مرکب و آماده‌سازی نمونه‌ها، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها همانند قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به کمک دستگاه هدایت‌سنج، pH در خمیر اشباع، بافت به روش هیدرومتری، ماده‌آلی به روش والکلی و بلاک و نیتروژن به روش کجلدال اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش در جدول۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	درصد مواد آلی	نیتروژن کل(درصد)		نسبت سدیم قابل جذب	درصدسدیم تبادلی	بافت خاک
				سال اول	سال دوم			
۰-۳۰	۷/۸۹	۲/۶۵	۱/۰۱	۰/۰۹	۰/۱	۵/۶	۶/۶	رس سیلتی
۳۰-۶۰	۷/۹۳	۱/۷۲	۰/۶۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۴/۸	۵/۵	رس سیلتی
۶۰-۹۰	۷/۹۳	۱/۵۳	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۵/۱	۵/۹	رس سیلتی

به منظور بررسی روند تجمع ماده خشک و غلظت نیتروژن، هر دو هفته یکبار در هر تیمار فرعی به طول ۳۰ سانتی‌متر و عرض ۱۸۳ سانتی‌متر(سطح نمونه‌برداری ۰/۵۵مترمربع) تمام گیاه نیشکر را کف‌بُری کرده و بلافاصله وزن آن با ترازوی دیجیتال تعیین گردید. جهت تعیین غلظت نیتروژن، یک نمونه ۳۳۰ گرمی از اجزاء مختلف اندام هوایی گیاه (ساقه، پهنک برگ و غلاف برگ) تهیه نموده و میزان نیتروژن جذب شده در تمام اندام هوایی گیاه به روش کجلدال اندازه‌گیری و محاسبه شد.

نمونه برداری گیاه

جدا سازی اجزاء مختلف اندام هوایی گیاه
(ساقه، پهنک برگ و غلاف برگ) جهت تهیه نمونه مرکب

در پایان نیز پنج متر طولی از دو فاروی وسط هرکرت آزمایشی(۱۸/۳ مترمربع) را کاملاً بُریده و صفات کمی نیشکر شامل عملکرد نیشکر در واحد سطح، تعداد ساقه قابل آسیاب، ارتفاع ساقه، تعداد میان‌گره، طول و قطر میان‌گره وسط، وزن پوشال و وزن سر نی اندازه‌گیری شد. هم چنین در این مرحله، جهت تعیین برخی خصوصیات کیفی نیشکر همانند: بریکس یا درصد مواد جامد توسط دستگاه بریکس‌سنج و هم‌چنین درصد ساکارز با استفاده از دستگاه ساکاریمتر، بیست ساقه نیشکر به صورت تصادفی جدا و به آزمایشگاه انتقال داده شد.

برداشت نهایی

برای محاسبه کارایی مصرف نیتروژن و ارزیابی جنبه‌های مختلف آن از معادلات ۱ تا ۴ استفاده گردید (دوبرمان، ۲۰۰۵):

- کارایی بازیافت(جذب) نیتروژن (درصد)

(معادله ۱)

$$NRE = \frac{U-U_0}{F} \times 100$$

- کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)

(معادله ۲)

$$NPE = \frac{Y-Y_0}{U-U_0}$$

- کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)

(معادله ۳)

$$NAE = \frac{Y-Y_0}{F}$$

- بهره‌وری جزیی نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)

(معادله ۴)

$$PFP = \frac{Y}{F}$$

که در تمام این معادلات :

F: مقدار نیتروژن مصرف شده بر حسب کیلوگرم در هکتار.

Y: عملکرد محصول با مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم در هکتار.

Y_0: عملکرد محصول بدون مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم در هکتار.

U: نیتروژن جذب‌شده توسط اندام هوایی گیاه با مصرف کود نیتروژن بر حسب کیلوگرم در هکتار.

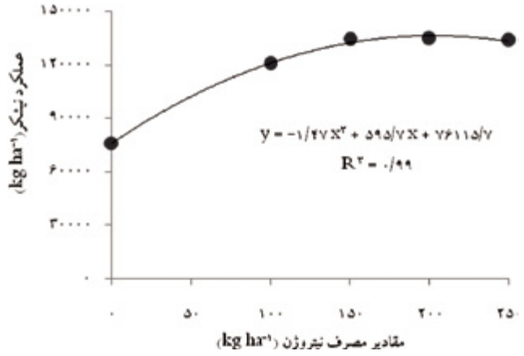
U_0:نیتروژن‌جذب‌شده توسط اندام هوایی گیاه‌بدون‌مصرف کودنیتروژن برحسب کیلوگرم در هکتار.

نتایج و بحث

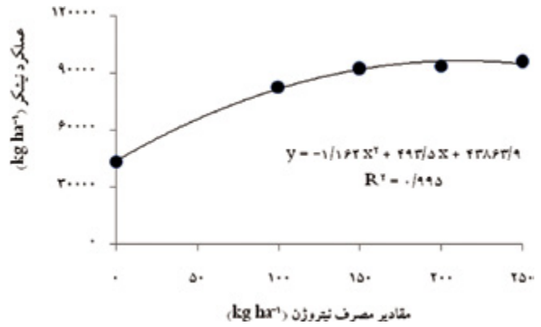
عملکرد نیشکرتازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرسطوح کودی (میزان نیتروژن) درسطح ۱٪ و اثر متقابل میزان نیتروژن و روش تقسیط آن در سطح ۵٪ برعملکرد نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که علیرغم وجود اختلاف بسیار اندک، در دو سن نیشکر، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد نیشکر بین سطوح ۱۵۰ ، ۲۰۰ و۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن وجود نداشت. در نیشکر تازه کشت، تیمار۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین عملکرد نیشکر ۱۳۴/۷ تُن در هکتار، بیشترین عملکرد و تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) با میانگین ۷۶/۱ تُن در هکتار، دارای کمترین عملکرد نیشکر بود. در نیشکر بازرویی اول، تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین عملکرد نیشکر ۹۵/۷ تُن در هکتار بیشترین عملکرد و تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) با میانگین ۴۳/۴ تُن درهکتار دارای کمترین عملکرد نیشکر بود. بنابراین در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، کاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم کاربرد آن به ترتیب باعث افزایش ۷۷ و ۱۲۰ درصدی عملکرد نیشکرگردید. تأثیر افزایش کاربرد نیتروژن بر عملکرد، در هر دو سن نیشکر، تابع معادله درجه دوم بود (شکل‌های۱ و۲). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد نیشکر،در هر دو سن، مشاهده نگردید.

سلامتی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردندکه در نیشکر تازه کشت، اثر سطوح کودی و روش تقسیط آن در سطح ۱٪ و اثر متقابل آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. سایم (۲۰۱۳) گزارش کرد که استفاده از ۱۳۸کیلوگرم نیتروژن درهکتار در دو تقسیط، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ساقه نیشکر به میزان ۵۱/۷ درصد درمقایسه با عدم کاربرد نیتروژن گردید. یوریب و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، باعث افزایش ۱۰۵درصدی عملکرد نیشکر بازرویی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد نیتروژن) گردید. به طوری که این میزان کاربرد (۱۴۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، باعث تولید حداکثر عملکرد ساقه (۱۳۳ تُن در هکتار) شد. دی‌کاسترو و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که بالاترین عملکرد ساقه در برداشت سبز نیشکر با کاربرد ۱۳۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. آن‌ها گزارش کردند که این افزایش تابع یک معادله درجه‌دوم می‌باشد. بلوگنا کمپبل و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد ۱۲۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار درمقایسه با عدم کاربرد آن، باعث افزایش ۵۶ درصدی عملکرد ساقه گیاه نیشکر شد. دی‌اولیویرا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که بیشترین عملکرد ساقه نیشکر با ۱۰۲ تُن در هکتار در مقدار کاربرد نیتروژن ۱۳۰کیلوگرم در هکتار بدست آمده و از معادله درجه‌دوم تبعیت داشت. توربورن و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که پس از افزایش نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰کیلوگرم در هکتار، عملکرد نیشکر از ۱۰۲ به ۱۱۷ تن در هکتار افزایش یافته و با افزایش نیتروژن بیشتر از ۱۵۰کیلوگرم در هکتار، تغییری در عملکرد حاصل نگردید.



شکل۱- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن
بر عملکرد ساقه نیشکر تازه کشت

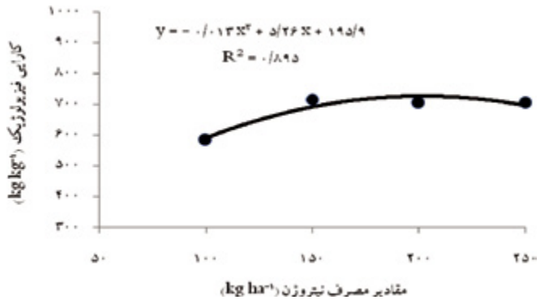


شکل۲- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن
بر عملکرد ساقه نیشکر بازرویی اول

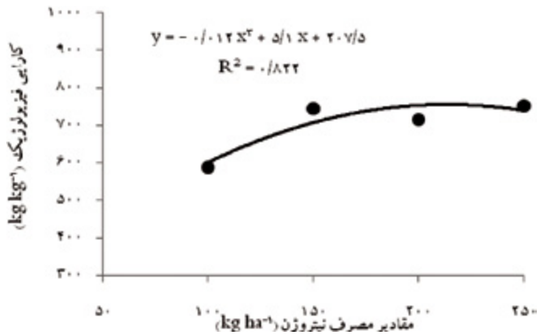
کارایی فیزیولوژیک (استفاده) نیتروژن در تولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف کاربرد نیتروژن و هم‌چنین اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن برکارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تولید نیشکر تازه کشت، در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار وجود دارد. برای نیشکر بازرویی اول، اثر سطوح نیتروژن برکارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود ولی اثر تقسیط کود و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر این کارایی نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، با افزایش سطح مصرف کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتارکارایی فیزیولوژیک افزایش معنی‌داری داشت و افزایش بیشتر مقدار نیتروژن به ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم بر این کارایی تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین کارایی فیزیولوژیک برای نیشکر تازه کشت در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و معادل ۷۱۵ کیلوگرم نیشکر به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن بود. در حالی که در نیشکر بازرویی اول، با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، تولید نیشکر معادل ۷۴۵ کیلوگرم به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن بود. تأثیر افزایش کاربرد نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، در هر دو سن نیشکر، تابع معادله درجه دوم بود(شکل‌های۳ و۴). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی جذب نیتروژن در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول مشاهده نگردید.

بل و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کارایی فیزیولوژیک نیشکر در مقادیر پایین نیتروژن حداکثر است. فتحی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند که در سه مقدار ۹۰ ، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار استفاده از نیتروژن برای گیاه ذرت، با افزایش میزان نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک افزایش یافت به طوری که بالاترین مقدار آن مربوط به ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و برابر با ۵۵/۶ کیلوگرم عملکرد بر کیلوگرم نیتروژن بود. اولیویرا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند حداکثر کارایی فیزیولوژیک ساقه در عملکردهای پایین‌تر از ۸۰ تُن نیشکر در هکتار بدست آمد و مقدار آن برای نیتروژن برابر با ۷۱۳کیلوگرم تولید ساقه به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن است. آن‌ها هم چنین بیان کردند که حداقل کارایی فیزیولوژیک ساقه در عملکردهای بیشتر از ۱۶۰ تُن نیشکر در هکتار بدست آمد و مقدار آن برابر ۶۲۳ کیلوگرم تولید ساقه نیشکر به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن بود.



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن
در ساقه نیشکر تازه کشت



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن
درساقه نیشکر بازرویی اول

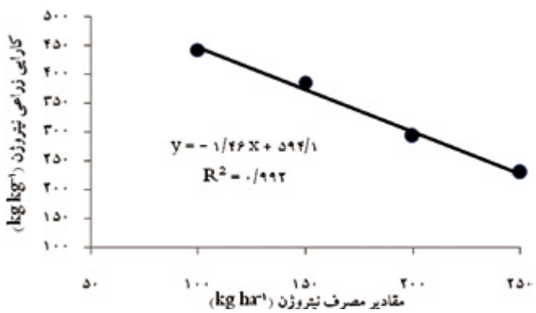
کارایی زراعی نیتروژن در تولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

در نیشکر تازه کشت، تیمارهای میزان نیتروژن مصرفی و اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن در سطح ۱٪ و روش تقسیط کود درسطح ۵٪ برکارایی زراعی نیتروژن در تولید نیشکر تأثیر معنی‌دار دارد.

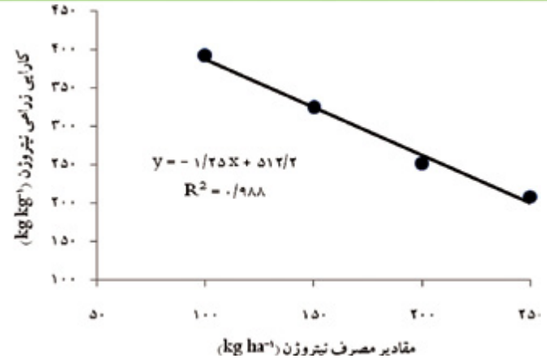
برای نیشکر بازرویی اول، نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای میزان نیتروژن مصرفی و اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن به ترتیب در سطوح ۱٪ و ۵٪ برکارایی زراعی نیتروژن درتولید نیشکر است. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، کارایی زراعی نیتروژن با افزایش میزان مصرف آن، به طور خطی کاهش معنی‌داری یافت. در نیشکر تازه

کشت، کارایی زراعی از حدود ۴۴۲ کیلوگرم ساقه درکمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به حدود ۲۳۰ کیلوگرم ساقه در بیشترین میزان مصرف نیتروژن(۲۵۰ کیلوگرم درهکتار) تقلیل (کاهش ۴۸ درصدی)یافت. این میزان معادل ۱/۴۶ کیلوگرم کاهش کارایی زراعی به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن بود (شکل۵). در نیشکر بازرویی اول، کارایی زراعی از حدود ۳۹۲ کیلوگرم ساقه در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به حدود ۲۰۹ کیلوگرم ساقه در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) تقلیل (کاهش ۴۷ درصدی) یافت. این میزان معادل ۱/۲۵ کیلوگرم کاهش کارایی زراعی به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن بود (شکل۶). در نیشکر تازه کشت، بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌دار وجود داشت ولی در نیشکر بازرویی اول، بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

کوچکی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که در دو گیاه ذرت و پنبه با افزایش سطوح نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم، کارایی زراعی استفاده از نیتروژن به ترتیب ۵۵ و ۳۵ درصد کاهش یافت. بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که کارایی زراعی گیاه برنج با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در سه تقسیط، برابر با ۲۰ کیلوگرم دانه به ازای یک کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌باشد. آرچنا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در حضور باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در خاک، کارایی زراعی نیتروژن با افزایش سطح کاربرد کود، کاهش می‌یابد به طوری که برای تمام واریته‌های نیشکر آزمایش شده کارایی زراعی نیتروژن درسطح کاربرد ۷۵ کیلوگرم نیتروژن ۱۵ درصد بیشتر از کارایی زراعی نیتروژن در سطح کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم درهکتار بود.



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر کارایی زراعی آن
در ساقه نیشکر تازه کشت

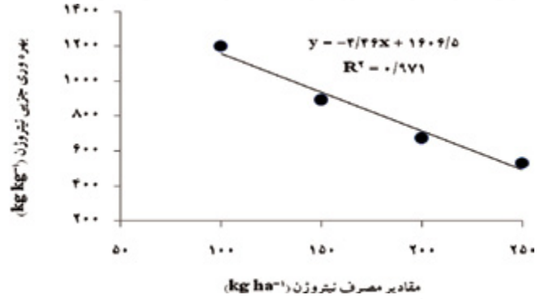


شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر کارایی زراعی آن
در ساقه نیشکر بازرویی اول

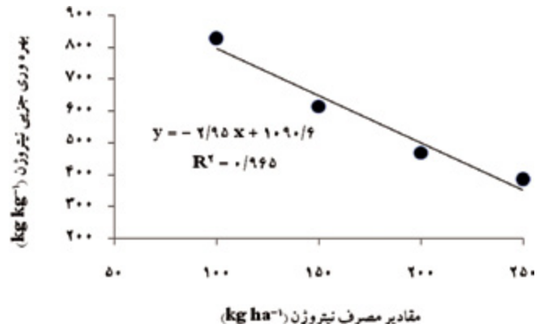
بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

در نیشکر تازه کشت، میزان نیتروژن مصرفی و اثرات متقابل میزان نیتروژن مصرفی و روش تقسیط درسطح ۱٪ و روش تقسیط در سطح ۵٪ بر بهره‌وری جزئی نیتروژن درتولید نیشکر تأثیر معنی‌دار داشت. در نیشکر بازرویی اول تیمارهای میزان نیتروژن مصرفی در سطح ۱٪ و اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن در سطح ۵٪ بر بهره‌وری جزیی نیتروژن تأثیر معنی‌دار نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح مصرف نیتروژن، بهره‌وری جزیی نیتروژن درتولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، به طورمعنی‌داری کاهش یافت. به عبارت دیگر، بیشترین بهره‌وری جزیی نیتروژن در کمترین میزان کاربرد کود نیتروژن بدست آمد. در نیشکر تازه کشت، بهره‌وری جزئی نیتروژن از حدود ۱۲۰۴ کیلوگرم ساقه در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰کیلوگرم درهکتار) به حدود ۵۳۴ کیلوگرم ساقه در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰کیلوگرم در هکتار) تقلیل(کاهش ۵۶ درصدی) یافت. میزان کاهش بهره‌وری جزیی معادل ۴/۴۶ کیلوگرم ساقه به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن در نیشکر تازه کشت بود (شکل۷). در نیشکر بازرویی اول، بیشترین بهره‌وری جزیی نیتروژن در تولید نیشکر با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (میانگین ۸۲۷ کیلوگرم نیشکر بر کیلوگرم نیتروژن) حاصل گردید و با افزایش مقدار مصرف نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار آن به ۳۸۲/۲ کیلوگرم ساقه کاهش(۵۴ درصد کاهش) یافت. این میزان کاهش معادل ۲/۹۵ کیلوگرم ساقه به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن در نیشکر بازرویی اول بود(شکل ۸). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی بهره‌وری جزیی نیتروژن در تولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول مشاهده نگردید.

آرچنا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در حضور باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن درخاک، بهره‌وری جزیی نیتروژن با افزایش میزان مصرف کود به طور متوسط ۶۸ درصد کاهش نشان داد.



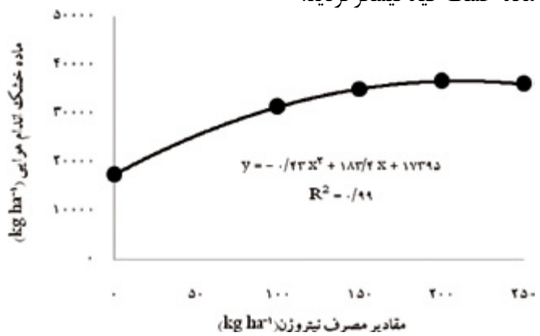
شکل ۷- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در ساقه نیشکر تازه کشت



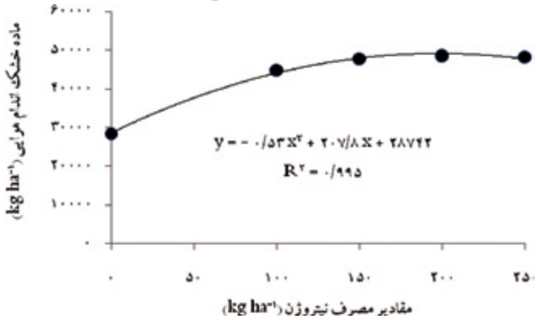
شکل۸- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در ساقه نیشکر بازرویی اول

عملکرد ماده خشک در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

در نیشکر تازه کشت، نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیرمعنی‌دار سطوح کودی (میزان نیتروژن) بر عملکرد ماده خشک در سطح ۱٪ می‌باشد ولی اثرات متقابل میزان نیتروژن مصرفی و روش تقسیط، تأثیر معنی‌داری نداشت. در حالی که در نیشکر بازرویی اول، اثر سطوح کودی و روش تقسیط آن در سطح ۱٪ و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد ماده خشک در سطح ۵٪ معنی‌دار بود.کاربرد نیتروژن از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک در هر دو سن نیشکر گردید و بین سطوح کاربرد ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول کاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم کاربرد آن به ترتیب باعث افزایش ۲۰ تُن (افزایش ۷۰ درصدی) و ۱۸/۷ تُن (افزایش ۱۰۷ درصدی) عملکرد ماده خشک گردید. تأثیر افزایش کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک در نیشکر تازه کشت و بازویی اول، تابع معادله درجه دوم می‌باشد (شکل‌های ۹ و ۱۰). بین تعداد سه و چهار نوبت‌کوددهی، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد ماده خشک در هر دو سن نیشکر مشاهده نگردید. فتحی و همکاران(۱۳۷۹) گزارش کردند که افزایش میزان کود نیتروژن تأثیر چشمگیر و معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک کُل گیاه ذرت داشت. یوریب و همکاران(۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد۱۴۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، باعث افزایش ۹۴ درصدی عملکرد ماده خشک اندام هوایی نیشکر راتون در مقایسه با تیمار شاهد(عدم کاربرد نیتروژن) گردید. بلوگناکمپبل و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با عدم کاربرد آن، باعث افزایش ۵۳ درصدی عملکرد ماده خشک گیاه نیشکرگردید.



شکل۹- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی نیشکر تازه کشت

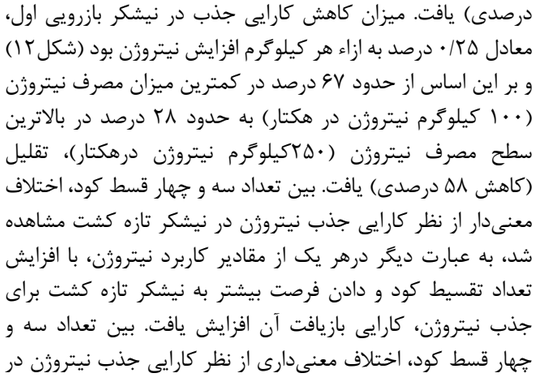


شکل۱۰- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی نیشکر بازرویی اول

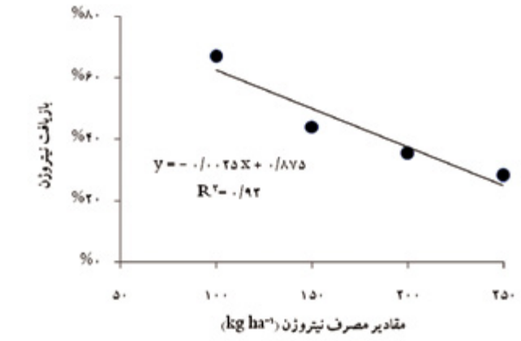
کارایی بازیافت(جذب) نیتروژن در نیشکر تازه کشت وبازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در نیشکر تازه کشت، سطوح مختلف کاربرد نیتروژن، تقسیط آن و اثرات متقابل آن‌ها دارای تأثیر معنی‌دار در سطح ۱٪ بر کارایی جذب نیتروژن می‌باشد. برای نیشکر بازرویی اول، اثر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی جذب در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر تقسیط کود و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در هر دو سن نیشکر، با افزایش مقدار نیتروژن، کارایی جذب آن به طور خطی و معنی‌دار کاهش می‌یابد (شکل‌های۱۱ و ۱۲). میزان کاهش کارایی جذب(شیب خط رگرسیون) در نیشکر تازه کشت معادل ۰/۳

درصد به ازاء هر کیلوگرم افزایش نیتروژن بود (شکل۱۱) و بر این اساس از حدود ۷۹ درصد در کمترین میزان مصرف نیتروژن(۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به حدود ۳۳ درصد در بالاترین سطح مصرف نیتروژن(۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، تقلیل (کاهش ۵۸ درصدی) یافت. میزان کاهش کارایی جذب در نیشکر بازرویی اول، معادل ۰/۲۵ درصد به ازاء هر کیلوگرم افزایش نیتروژن بود (شکل۱۲) و بر این اساس از حدود ۶۷ درصد در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به حدود ۲۸ درصد در بالاترین سطح مصرف نیتروژن (۲۵۰کیلوگرم نیتروژن درهکتار)، تقلیل (کاهش ۵۸ درصدی) یافت. بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌دار از نظر کارایی جذب نیتروژن در نیشکر تازه کشت مشاهده شد، به عبارت دیگر درهر یک از مقادیر کاربرد نیتروژن، با افزایش تعداد تقسیط کود و دادن فرصت بیشتر به نیشکر تازه کشت برای جذب نیتروژن، کارایی بازیافت آن افزایش یافت. بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی جذب نیتروژن در نیشکر بازرویی اول، دیده نشد. در تمام مقادیر مصرف کود، کارایی جذب نیتروژن در نیشکر تازه کشت بیشتر از نیشکر بازرویی اول بود. باربیری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کارایی جذب نیتروژن تحت تأثیر پتانسیل گیاه در جذب نیتروژن قرار دارد. البته شواهد علمی حاکی از آن است که روش‌های مدیریتی نیز تأثیر قابل توجهی بر این نوع از کارایی دارند. پراسرتک و همکاران(۲۰۰۲) گزارش کردند که در استرالیا کارایی جذب نیتروژن در نیشکر بر اساس نوع کاربرد کود، در کاربرد سطحی و عمقی کود به ترتیب برابر با ۱۸/۹ و ۲۸/۸ درصد می‌باشد. هم چنین در برزیل کارایی جذب نیتروژن در نیشکر با کاربرد یکباره نیتروژن بین۲۱ تا ۳۱ درصد گزارش شده است (لی و استیوارت، ۲۰۱۸). قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که اثر روش کاربرد کود بر کارایی جذب نیتروژن در گیاه ذرت، بسیار معنی‌دار بود و اظهار داشتند که روش نواری استفاده از کود، با میانگین جذب ۴۲/۶ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و دلیل آن را استفاده بهتر و بیشتر گیاه از کود در این روش دانستند.



شکل۱۱- تأثیرسطوح مختلف کاربرد نیتروژن برکارایی جذب آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر تازه کشت

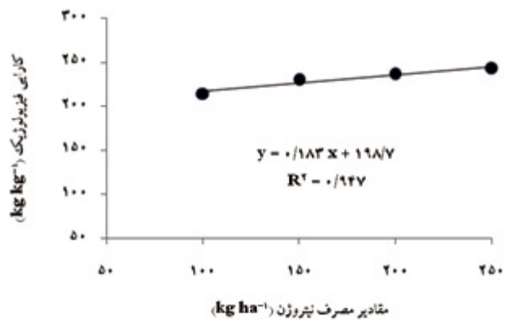


شکل۱۲- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر کارایی جذب آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر بازرویی اول

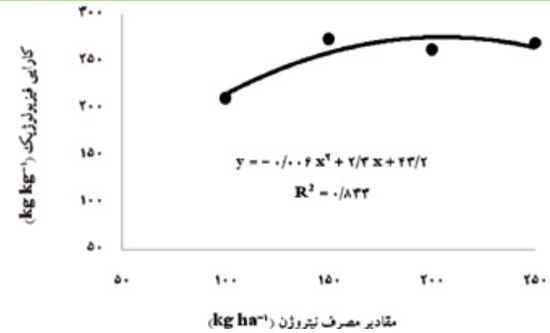
کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تولید ماده خشک نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای روش تقسیط و اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن به ترتیب در سطوح ۵٪ و ۱٪ برکارایی فیزیولوژیک نیتروژن درتولید ماده خشک نیشکر تازه کشت بود. در حالی که در نیشکر بازرویی اول اثرسطوح کودی (میزان نیتروژن) برکارایی فیزیولوژیک در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده ولی اثر تقسیط کود و اثرات متقابل آن ها تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت.

در هر دو سن نیشکر، در مقادیر مصرف ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش معنی‌داری در کارایی فیزیولوژیک نیشکر مشاهده نگردید (شکل‌های۱۳ و ۱۴). هم چنین در هر دو سن نیشکر، بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن درتولید ماده خشک مشاهده نگردید. موچاو و رابرتسون (۱۹۹۴) نسبت‌های زیست توده به نیتروژن (کارایی درونی) برای نیشکر را از ۱۶۰ تا ۵۸۶ کیلوگرم به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن، در طیف وسیعی از ۲۶ تا ۱۵۰ تُن تولید کل زیست توده هوایی، را بدست آوردند.



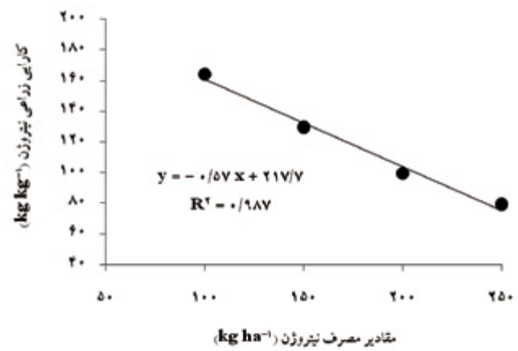
شکل ۱۳- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر تازه کشت



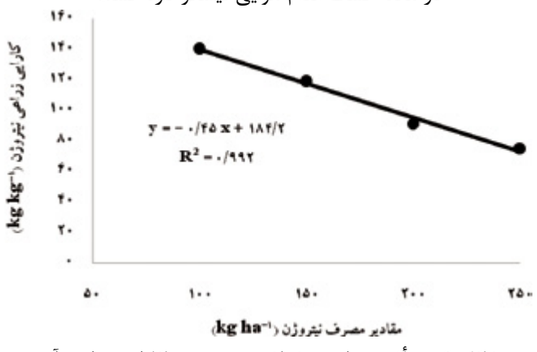
شکل۱۴- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر بازرویی اول

کارآیی زراعی نیتروژن در تولید ماده خشک نیشکر تازه کشت و بازرویی

در نیشکر تازه کشت، کارایی زراعی نیتروژن در تولید ماده خشک تحت تأثیر میزان نیتروژن مصرفی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر تقسیط کود و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت. در نیشکر بازرویی اول تیمارهای میزان نیتروژن مصرفی و تقسیط آن در سطح ۱٪ و اثرات متقابل آن‌ها در سطح ۵٪ بر کارایی زراعی نیتروژن تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کارایی زراعی نیتروژن در تولید ماده خشک، با افزایش میزان مصرف آن، در هر دو سن نیشکر به طور خطی کاهش معنی‌داری یافت. مقایسه میانگین‌ها در نیشکر تازه کشت نشان می‌دهد کارایی زراعی نیتروژن در تولید ماده خشک از مقدار ۱۶۴/۲ کیلوگرم ماده خشک در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰کیلوگرم درهکتار) به ۷۹ کیلوگرم ماده خشک در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) کاهش (کاهش ۵۲ درصدی) یافته است. میزان این کاهش معادل ۰/۵۷کیلوگرم ماده خشک به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن در نیشکر تازه کشت بود (شکل۱۵). مقایسه میانگین‌ها در نیشکر بازرویی اول نشان می‌دهد که با افزایش سطوح نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، میزان کارایی زراعی نیتروژن با اختلاف معنی‌دار کاهش ۴۶/۵ درصدی یافته است، به طوری که کارایی زراعی نیتروژن از ۱۴۰/۱ کیلوگرم ماده خشک در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به ۷۵ کیلوگرم ماده خشک در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) تقلیل (کاهش۴۶ درصدی) نشان می‌دهد. میزان این کاهش معادل۰/۴۵کیلوگرم ماده خشک به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن در نیشکر بازرویی اول بود (شکل۱۶).در نیشکرتازه کشت و بازرویی اول، بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی زراعی نیتروژن درتولیدماده خشک دیده نشد.



شکل ۱۵- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی زراعی آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر تازه کشت



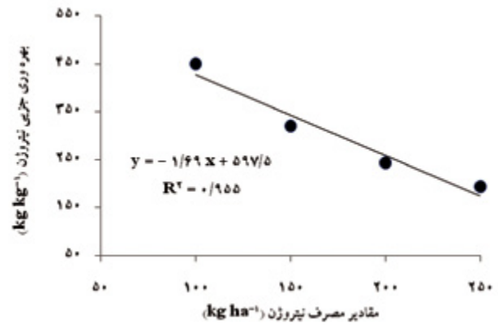
شکل ۱۶- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی زراعی آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر بازرویی اول

لوپزبلیدو (۲۰۰۵) گزارش کرد که در گیاه گندم، کارایی زراعی نیتروژن با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، کاهش یافت. کوچکی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که در دو گیاه ذرت و پنبه با افزایش سطوح نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی زراعی استفاده از نیتروژن به ترتیب ۵۵ و ۳۵ درصد کاهش داشت.

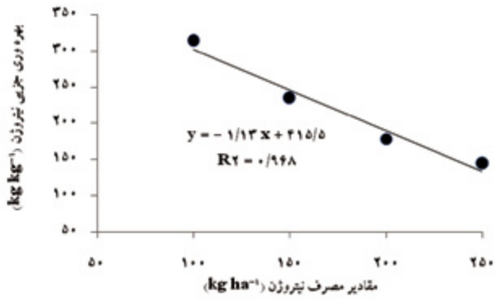
بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید ماده خشک نیشکر تازه‌کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهدکه اثر کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید ماده خشک نیشکر تازه کشت در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. در نیشکر بازرویی اول، تیمارهای میزان نیتروژن مصرفی و تقسیط آن در سطح ۱٪ و اثرات متقابل میزان نیتروژن مصرفی و تقسیط در سطح ۵٪ بر بهره‌وری جزئی نیتروژن درتولید ماده خشک، تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح مصرف نیتروژن، بهره‌وری جزئی نیتروژن درتولید ماده خشک در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، کاهش معنی‌دار دارد. به عبارت دیگر، بیشترین بهره‌وری جزئی نیتروژن در کمترین میزان کاربرد کود نیتروژن بدست آمد. در نیشکر تازه کشت و

بازرویی اول، افزایش میزان نیتروژن مصرفی از ۱۰۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب باعث کاهش ۵۷ و ۵۴ درصدی بهره‌وری جزیی آن در تولید ماده خشک گردید. در نیشکر تازه کشت به ازای هر یک کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن، میزان بهره‌وری جزئی ماده خشک ۱/۶۹ کیلوگرم کاهش یافت (شکل۱۷) و در نیشکر بازرویی اول، میزان این کاهش معادل ۱/۱۳ کیلوگرم ماده خشک به ازای مصرف هرکیلوگرم نیتروژن بود (شکل۱۸). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر تأثیر برکارایی بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید نیشکرتازه کشت و بازرویی اول مشاهده نگردید.



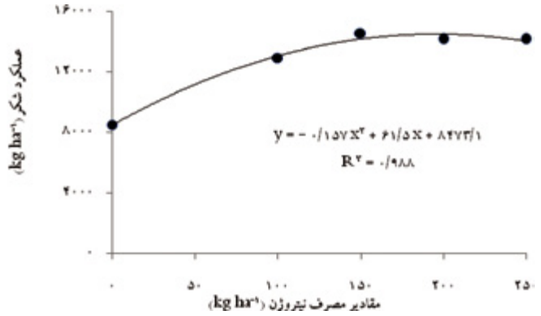
شکل۱۷- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر تازه کشت



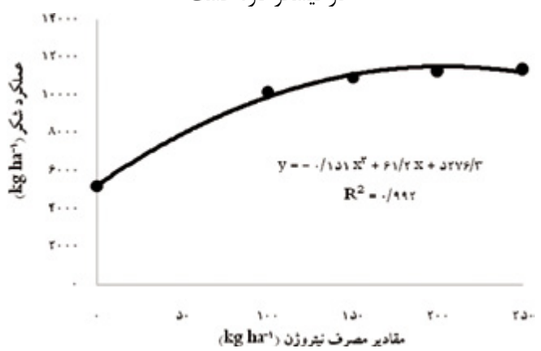
شکل۱۸- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در ماده خشک اندام هوایی نیشکر بازرویی اول

عملکرد شکر در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهدکه در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، اثر تیمارهای مختلف نیتروژن بر عملکرد شکردر سطح ۱٪ معنی‌دار ولی اثر روش تقسیط کود و اثر متقابل مقدار نیتروژن و روش تقسیط، برعملکرد شکر معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد در هردو سن نیشکر، با افزایش مقدار نیتروژن، تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در تولید شکر مشاهده نشد. در نیشکر تازه کشت، تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین عملکرد شکر ۱۴/۵۳ تُن در هکتار دارای بیشترین و تیمارشاهد (بدون مصرف نیتروژن) با ۸/۴۸ تُن شکر در هکتار دارای کمترین عملکرد شکر بودند. به عبارت دیگر کاربرد نیتروژن درمقایسه با عدم کاربرد آن باعث افزایش۶ تُن در هکتار شکر (افزایش۷۱ درصدی) در نیشکر تازه کشت شد. در نیشکر بازرویی اول، تیمار۲۵۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن با عملکرد شکر ۱۱/۳ تُن درهکتار، دارای بیشترین و تیمارشاهد (بدون مصرف نیتروژن) با ۵/۲ تُن درهکتار دارای کمترین عملکرد شکر بودند. بنابراین کاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم کاربرد آن، باعث افزایش۶/۱ تُن در هکتار شکر (افزایش ۱۱۷ درصدی) در نیشکر بازرویی اول شد. تأثیر افزایش کابرد کود نیتروژن برعملکرد شکر در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، تابع معادله درجه دوم بود (شکل‌های۱۹و۲۰). در هر دو سن نیشکر، بین تعداد سه و چهار قسط کود در سطوح مختلف نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد شکر مشاهده نشد.



شکل۱۹- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد شکر در نیشکر تازه کشت



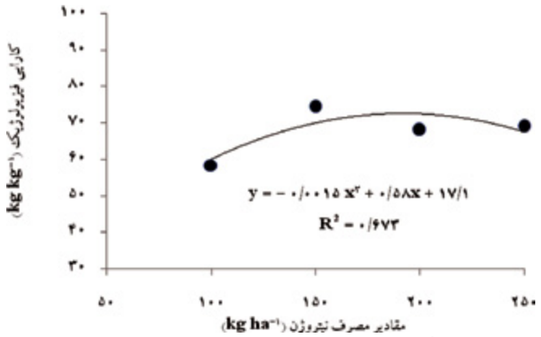
شکل۲۰- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد شکر در نیشکر بازرویی اول

راتی و هوگارت (۲۰۰۱)گزارش کردند که درگیاه نیشکر، عملکرد شکر با افزایش بیش از حد نیتروژن، کاهش می‌یابد. سلامتی و همکاران(۱۳۹۴)گزارش کردندکه در گیاه نیشکر، اثرتقسیط کود بر

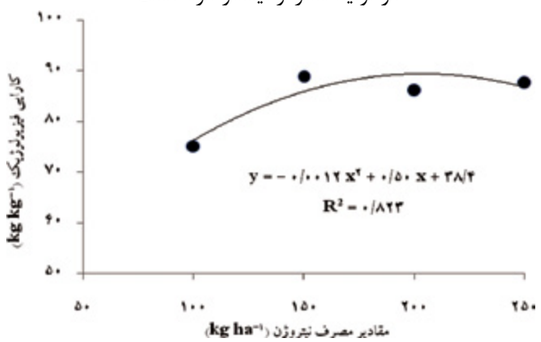
عملکرد شکر در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و علاوه بر این اثر سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل آن بین مصرف کود و تقسیط آن نیز در سطح ۵٪ درصد بر عملکرد شکر معنی‌دارگردید. یوریب و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد۱۴۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، باعث افزایش ۱۰۶ درصدی تولید شکر (۲۲ تُن در هکتار) در نیشکر بازرویی در مقایسه با تیمار شاهد(عدم کاربرد نیتروژن)گردید. آن‌ها گزارش کردند که تولید شکر تابعی از درصد شکر موجود در ساقه و عملکرد ساقه می‌باشد، بنابراین علیرغم کاهش یک درصدی شکر با افزایش کاربردکود نیتروژن از صفر تا ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار، بدلیل افزایش عملکرد ساقه، میزان شکر از ۱۴ تُن در هکتار در تیمار شاهد به ۲۲ تُن در هکتار در تیمار کاربرد نیتروژن ۱۴۰کیلوگرم در هکتار گردید. در این میان تولید شکر در تیمارهای کاربرد ۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار با هم تفاوتی نداشت. دی کاسترو و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند کود نیتروژن در محصول بازرویی نیشکر موجب افزایش عملکرد شکر شد به طوری که بیشترین میزان عملکرد شکر با کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. این محققین هم چنین گزارش کردندکه این افزایش ازیک معادله درجه دوم تبعیت داشت. بلوگناکمپبل و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که عملکرد شکر در گیاه نیشکر با افزایش کاربرد نیتروژن به صورت خطی افزایش یافت، به طوری که کاربرد۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار درمقایسه با عدم کاربرد آن، باعث افزایش ۵۷درصدی عملکرد شکر گردید. آن‌ها دلیل این امر را افزایش عملکرد ساقه در پاسخ به افزایش کاربرد نیتروژن دانستند.

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تولید شکر در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول بین سطوح مختلف کاربرد نیتروژن و هم چنین روش تقسیط کود و اثر متقابل آن‌ها برکارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تولیدشکر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد علیرغم عدم وجود تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف مصرف نیتروژن برکارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تولید شکر، در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، با افزایش مصرف کود نیتروژن از۱۰۰ به ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، این کارایی به ترتیب ۲۷ و ۱۵/۵ درصد افزایش داشته، ولی با افزایش بیشتر مقدار نیتروژن، مجدداً کاهش می‌یابد (شکل‌های۲۱ و۲۲،). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن درتولید شکر از نیشکر تازه کشت و بازرویی اول مشاهده نگردید.



شکل۲۱- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن در تولید شکر از نیشکر تازه کشت

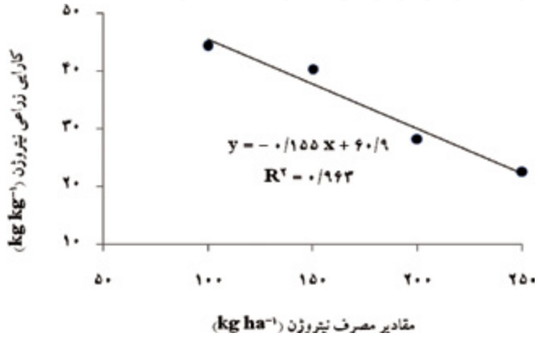


شکل۲۲- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک آن در تولید شکر از نیشکر بازرویی اول

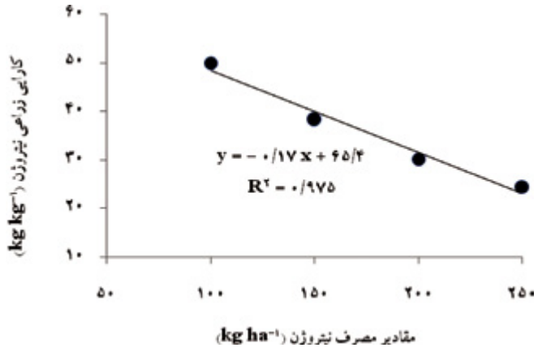
کارایی زراعی نیتروژن درتولید شکر در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در نیشکر تازه کشت اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن در تولید شکر در سطح ۱٪ معنی‌دار است ولی روش تقسیط کود و اثرات متقابل مقدار نیتروژن و تقسیط آن اثر معنی‌داری برآن نداشت. در نیشکر بازرویی اول، نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیرمعنی‌دار تیمار میزان نیتروژن مصرفی در سطح ۱٪ و تأثیرمعنی‌دار اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن درسطح ۵٪ برکارایی زراعی نیتروژن درتولید شکر می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، با افزایش میزان مصرف نیتروژن، کارایی زراعی آن در تولید شکر، به طور خطی کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل‌های۲۳و۲۴). در نیشکر تازه کشت، کارایی زراعی نیتروژن از ۴۴/۳کیلوگرم شکر در کمترین میزان مصرف نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به ۲۲/۶ کیلوگرم شکر در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰کیلوگرم در هکتار) تقلیل (کاهش۴۹درصدی) یافت. برای نیشکر بازرویی اول،کارایی زراعی نیتروژن از ۵۰ کیلوگرم شکر درکمترین میزان مصرف نیتروژن

(۱۰۰کیلوگرم در هکتار) به ۲۴/۵ کیلوگرم شکر در بیشترین میزان مصرف نیتروژن (۲۵۰کیلوگرم در هکتار) تقلیل (کاهش۵۱ درصدی) داشت. میزان کاهش کارایی زراعی شکر در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، به ترتیب معادل ۰/۱۵ و ۰/۱۷ کیلوگرم شکر به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن بود (شکل‌های۲۳و۲۴). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی زراعی نیتروژن در تولید شکر، در هر دو سن نیشکر، مشاهده نگردید.



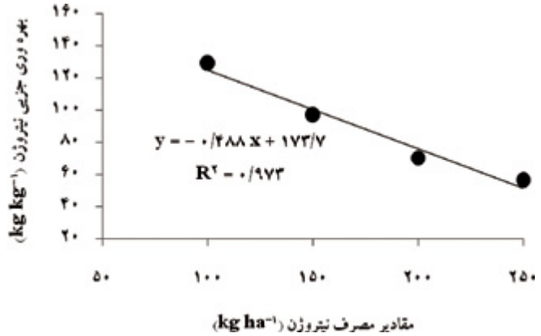
شکل۲۳- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر کارایی زراعی آن در تولید شکر از نیشکر تازه کشت



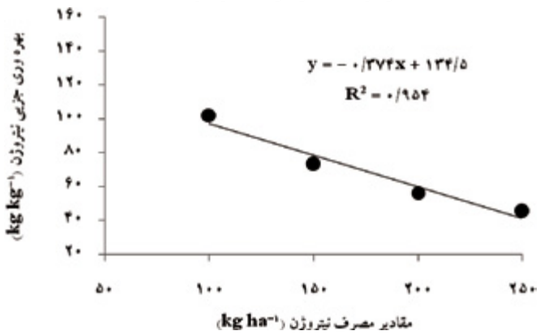
شکل۲۴- تأثیر سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر کارایی زراعی آن در تولید شکر در نیشکر بازرویی اول

بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید شکردر نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه در نیشکر تازه کشت، اثر تیمارهای مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در تولید شکر در سطح ۱٪ معنی‌دار، ولی روش تقسیط کود و اثرات متقابل مقدار نیتروژن و تقسیط کود تأثیری بر آن نداشت. در نیشکر بازرویی اول، نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمار میزان نیتروژن مصرفی درسطح ۱٪ و تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل نیتروژن مصرفی و تقسیط آن در سطح ۵٪ بر بهره‌وری جزئی نیتروژن درتولید شکر از نیشکر بازرویی اول بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو سن نیشکر، با افزایش مصرف نیتروژن، بهره‌وری جزئی نیتروژن در تولید شکر به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های۲۳ و ۲۴). در نیشکر تازه کشت، افزایش میزان نیتروژن مصرفی از ۱۰۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، باعث کاهش ۵۶ درصدی بهره‌وری جزئی آن در تولید شکرگردید. بیشترین بهره‌وری جزئی مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱۲۹ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و کمترین مربوط به ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با بهره‌وری جزئی ۵۶/۵ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی در هکتار می‌باشد. در نیشکر بازرویی اول، بیشترین بهره‌وری جزیی مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱۰۲ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و کمترین مربوط به ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با بهره‌وری جزئی۴۵/۳ کیلوگرم شکر بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی در هکتار (کاهش ۵۶ درصدی) می‌باشد. میزان بهره‌وری نیتروژن به ازای هر یک کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن، در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۳۷ کیلوگرم کاهش نشان داد (شکل‌های۲۵ و ۲۶). بین تعداد سه و چهار قسط کود، اختلاف معنی‌داری از نظر بهره‌وری جزئی نیتروژن درتولید نیشکر تازه کشت و بازرویی اول مشاهده نگردید.



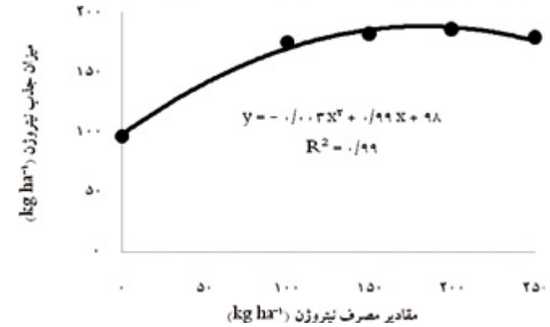
شکل۲۵- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در تولید شکر در نیشکر تازه کشت



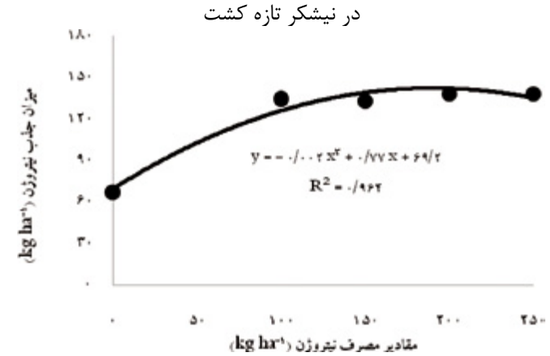
شکل۲۶- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر بهره‌وری جزئی آن در تولید شکر در نیشکر بازرویی اول

مقدار نیتروژن جذب شده در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که در نیشکر تازه کشت، تیمارهای میزان مصرف نیتروژن و اثرات متقابل میزان نیتروژن مصرفی و روش تقسیط در سطح ۱٪، و روش تقسیط کود درسطح ۵٪ برمقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه، تأثیر معنی‌دار دارند. در نیشکر بازرویی اول، نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار میزان نیتروژن مصرفی و اثرات متقابل میزان نیتروژن مصرفی و روش تقسیط کود به ترتیب درسطح ۱٪ و ۵٪ بر مقدار نیتروژن جذب شده می‌باشد. تأثیر افزایش کاربرد نیتروژن بر میزان جذب نیتروژن توسط گیاه نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، تابع یک معادله درجه دوم بود (شکل‌های۲۷ و ۲۸). در هر دو سن نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، از نظر جذب نیتروژن، بین تعداد سه و چهار قسط کود تفاوت معنی‌داری دیده نشد. کورتایلاک و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که جذب نیتروژن با افزایش سن محصول نیشکر کاهش می‌یابد. آن‌ها دلیل این کاهش جذب با افزایش سن را عوامل محیطی و نه به دلیل ناتوانی فیزیولوژیکی گیاه نیشکر در جذب نیتروژن، ذکر کردند.



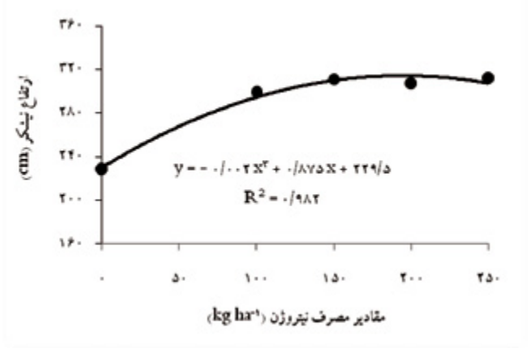
شکل۲۷- تأثیر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر جذب آن در نیشکر تازه کشت



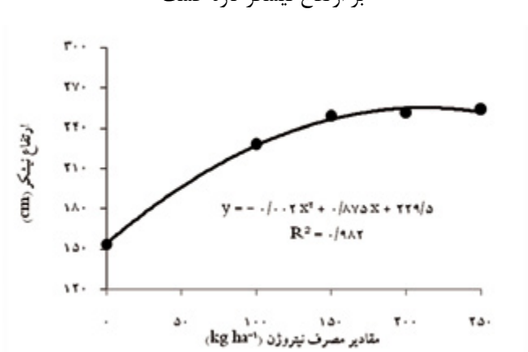
شکل۲۸- تأثیر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر جذب آن در نیشکر بازرویی اول

ارتفاع ساقه در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول

در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، اثرسطوح کودی (میزان نیتروژن) بر ارتفاع ساقه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر تقسیط کود و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت. تأثیر افزایش کاربرد کود نیتروژن بر ارتفاع ساقه در هر دو سن نیشکر، از معادله درجه دوم تبعیت داشت (شکل‌های۲۹ و ۳۰). بین تعداد سه و چهار قسط کود اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع ساقه در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول وجود نداشت. سایم (۲۰۱۳) گزارش کرد که استفاده از ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن درهکتار در دو تقسیط، باعث افزایش ارتفاع نیشکر تازه کشت گردید. وایدنفیلد و انسیسو (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزایش ارتفاع ساقه نیشکر با افزایش مقدار کاربرد نیتروژن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و پاسخ آن به افزایش کاربرد نیتروژن تابع یک معادله درجه دوم می‌باشد. دی کاسترو و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کوددهی نیتروژن باعث افزایش طول ساقه گردید، به طوری که افزایش طول ساقه در تمام تیمارهای کاربرد نیتروژن (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع نیترات‌آمونیوم با ۳۳ درصد نیتروژن) افزایش نشان داد و به شکل معادله درجه دوم بود.



شکل۲۹- تأثیر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر ارتفاع نیشکر تازه کشت



شکل۳۰- تأثیر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر ارتفاع نیشکر بازرویی اول

نتیجه‌گیری

- در بین مقادیر مصرفی نیتروژن، تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار هم در کشت جدید و هم بازرویی اول از نظر عملکرد نیشکر و شکر بهترین تیمار می‌باشد. در نیشکر تازه کشت، مصرف ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تولید ۱۳۴ تُن در هکتار نیشکر و ۱۴/۵ تُن شکر در هکتار، اختلاف معنی‌داری با مصارف بالاتر نیتروژن نداشته و با تیمارهای با مصرف کمتر نیتروژن، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. این تیمار در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود، باعث افزایش تولید در حدود ۵۸ تُن نیشکر و ۶ تُن شکر در هکتار شده است. به عبارت دیگرحدود ۷۶ درصد عملکرد نیشکر و حدود ۷۱ درصد عملکرد شکر نسبت به شاهد بدون مصرف کود افزایش یافته است. همانند نیشکر تازه کشت، در نیشکر بازرویی اول نیز تیمار۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تولید ۹۲ تُن در هکتار نیشکر و حدود ۱۰/۹ تُن در هکتار شکر، بهترین تیمار بوده که اختلاف معنی‌داری با کاربرد مقادیر بیشتر نیتروژن نداشت. این تیمار در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود، باعث افزایش ۴۸/۵ تُن نیشکر و ۶/۷ تُن شکر در هکتار گردیده است. به عبارت دیگر در نیشکر بازرویی اول، باعث افزایش حدود ۱۱۲ درصدی عملکرد نیشکر و افزایش حدود ۱۱۰ درصدی شکر در هکتار گردیده است.
- نتایج نشان داد که در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، تیمارهای کودی مختلف، اختلاف معنی‌داری درسطح یک درصد از نظر کارایی جذب، کارایی زراعی و بهره‌وری جزئی نیتروژن با یکدیگر داشته و با افزایش مصرف نیتروژن، این شاخص‌ها کاهش پیدا کردند.
- مقدار نیتروژن جذب شده در مقادیر مختلف کاربرد آن، در نیشکر بازرویی اول کمتر از نیشکر تازه کشت است. به نظر می‌آید که عمق و گستردگی کمتر ریشه در مزارع بازرویی، از عوامل اصلی کاهش جذب و در نتیجه کاهش کارایی بهره‌وری نیتروژن می‌باشد. در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، میزان نیتروژن جذب شده در مصارف ۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارد. این نتایج می‌تواند بیانگر این باشد که با افزایش مصرف کود، گیاه به همان نسبت قادر به جذب نیتروژن نمی‌باشد.
- در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، کارایی جذب با افزایش مصرف نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش یافت. در نیشکر تازه کشت، برای تیمارهای۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار، کارایی جذب با اختلاف معنی‌دار، در تمام سطوح، به ترتیب به ۷۹ ، ۵۷ ، ۴۵ و ۳۳ درصد کاهش یافت. در نیشکر بازرویی، برای تیمارهای۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار، کارایی جذب با اختلاف معنی‌دار در تمام سطوح به ترتیب به ۶۷ ، ۴۴ ، ۳۶ و ۲۸ درصد کاهش یافت.
- در نیشکر تازه کشت و بازرویی اول، بهره‌وری نیتروژن برای تولید نیشکر و شکر، با افزایش مصرف کود، به شدت کاهش می‌یابد. در نیشکر تازه کشت بهره‌وری نیتروژن برای تولید نیشکر و شکر، در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، به ترتیب ۸۹۳/۲ کیلوگرم نیشکر و ۹۶/۹ کیلوگرم شکر، به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌باشد. در نیشکر بازرویی اول، بهره‌وری نیتروژن برای عملکرد نیشکر و شکر، در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، به ترتیب ۶۱۴/۵۰ کیلوگرم نیشکر و ۷۲/۹ کیلوگرم شکر، به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌باشد. بهره‌وری نیشکر و شکر در تمام مقادیر کاربرد نیتروژن، در نیشکر تازه کشت بیشتر از نیشکر بازرویی اول است.
- کارایی زراعی نیتروژن، که با کسرعملکرد شاهد (بدون مصرف کود) و محاسبه اثر مستقیم کود مصرفی بدست می‌آید، در نیشکر کشت جدید، در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب ۳۸۵/۸ کیلوگرم نیشکر و ۴۰/۴ کیلوگرم شکر به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌باشد. در حالی که این ارقام برای تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم به ترتیب ۴۴۲/۲ و ۴۴/۳ ، ۲۹۳ و ۲۲۹/۷، ۲۸/۲ و ۲۲/۶ کیلوگرم نیتروژن می‌باشد. در نیشکر بازرویی اول، کارایی زراعی نیتروژن در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۳۲۴/۶ کیلوگرم نیشکر و ۳۸/۳ کیلوگرم شکر به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی می‌باشد. در حالی که این ارقام برای تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم به ترتیب ۳۹۲/۱ و ۵۰ ، ۲۵۱/۳ و ۳۰/۲ ، ۲۰۹ و ۲۴/۵ کیلوگرم نیتروژن می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت کارایی زراعی نیتروژن در تولید نیشکر و شکر در تمام مقادیر کاربرد نیتروژن، در نیشکر تازه کشت بیشتر از نیشکر بازرویی اول است.
- کارایی فیزیولوژیک نیشکر و شکر در مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، هم در نیشکر تازه کشت و هم نیشکر بازرویی اول، اختلاف معنی‌داری با کارایی فیزیولوژیک در مقدار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار داشت، ولی با افزایش مصرف کود به ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن، اختلاف معنی‌داری با مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ندارد. هرچندکه با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی جذب آن کاهش یافت، ولی در این مقدار مصرف، کارایی فیزیولوژیک افزایش نشان می‌دهد. بنابراین علیرغم افزایش کارایی فیزیولوژیک، بدلیل کاهش شدید کارایی جذب، مقدار بهره‌وری نیتروژن در تیمار مصرف۱۵۰ کیلوگرم در هکتار آن، نسبت به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کاهش یافته است. مقدارکارایی فیزیولوژیک در نیشکر تازه کشت در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، برای نیشکر و شکر به ترتیب ۷۱۵/۵ کیلوگرم و ۷۴/۵ کیلوگرم به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن می‌باشد. این مقدار برای نیشکر بازرویی اول، در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب۷۴۵/۱ کیلوگرم و ۸۸/۹ کیلوگرم به ازای مصرف یک کیلوگرم نیتروژن است. لذا با وجود بالا بودن کارایی فیزیولوژیک در نیشکر بازرویی اول، بدلیل کارایی جذب کمتر، مقدار بهره‌وری

نیتروژن در بازرویی اول کمتر از نیشکر تازه کشت است.

- تفاوت کارایی فیزیولوژیک در مقادیرمختلف مصرف نیتروژن بسیار کمتر از اختلاف آن‌ها در کارایی جذب نیتروژن درمقادیر مختلف مصرف نیتروژن می‌باشد و این بدلیل آن است که اختلاف کارایی فیزیولوژیک، بیشتر ناشی از تفاوت در ژنوتیپ گیاه می‌باشد، که در این آزمایش ژنوتیپ گیاه یکسان بوده است.

- با مصرف ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار، غلظت نیتروژن و تولید ماده خشک گیاه نیشکر در وضعیت بهینه قرار گرفته و مصرف سطوح بالاتر نیتروژن هر چند باعث افزایش غلظت نیتروژن در گیاه شده ولی ماده خشک بیشتری تولید نشده است.

- علیرغم کمتر بودن کارایی فیزیولوژیک (PEP) در نیشکر تازه کشت نسبت به بازرویی اول، بدلیل کارایی جذب (NRE) بالاتر در نیشکر تازه کشت، از هر واحد نیتروژن مصرف شده با کارآیی (NUE) بیشتری استفاده می شود و لذا نیشکر تازه کشت قادر است درسطوح مشابه مصرف نیتروژن، ماده خشک بیشتری تولید نماید.

پیشنهادات

- اثر انواع کودهای آلی به ویژه کمپوست حاصل از باگاس و بقایای نیشکر بر روی بهره‌وری نیتروژن و عملکرد نیشکر بررسی گردد.

- با توجه به اینکه میزان آب و روش‌های آبیاری تاثیر زیادی بر روی راندمان بازیافت نیتروژن دارند، تحقیقاتی جهت استفاده از روش‌های مناسب آبیاری به منظور افزایش بهره‌وری آب و نیتروژن انجام شود.

- با توجه به اینکه عمق و توسعه ریشه در کارایی جذب نیتروژن اثر فراوان دارد و نیز با توجه به محدودیت توسعه ریشه (ناشی از تردد ماشین‌آلات سنگین در مراحل داشت و برداشت) در مزارع بازرویی، که حدود ۸۰ درصد مزارع کشت و صنعت‌ها را شامل می‌شوند، پیشنهاد می‌شود که عملیات ماشینی به نحوی مدیریت گردند تا اثرات تخریبی کمتری بر روی خاک داشته و عمق و گسترش ریشه نیشکر با محدودیت زیادی مواجه ننماید. هم چنین بدین منظور تحقیقاتی در خصوص اثرات فشردگی خاک بر توسعه ریشه و میزان جذب نیتروژن، به ویژه در نیشکر بازرویی، اجرا گردد.

- با توجه به اینکه قدرت نفوذ و گسترش ریشه در ارقام مختلف، متفاوت می‌باشد و نیز با توجه به مستعد بودن خاک‌های منطقه به فشردگی و رطوبت بالا در زمان برداشت، جهت افزایش بهره‌وری نیتروژن، ارقام مناسبی که کارایی جذب بالاتری در این شرایط دارند، انتخاب یا اصلاح و معرفی گردند.

منابع

۱- بابازاده، ش.، م. نحوی.، م. کاوسی.، م. رضایی و م. قلی‌پور. ۱۳۸۹. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر کارآیی بازیافت، زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن دربرنج هیبرید. مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. صفحات:۴۹۳۰-۴۹۳۲ .

۲-بهمنی،ا. ۱۳۹۰.مدیریت تنش آبی جهت کاربرد بهینه آب و کود نیتروژنه در اراضی تحت کشت نیشکر. مجله پژوهش آب ایران. ۸ : ۱۵۳-۱۶۰.

۳- سلامتی، ن.، م. دلبری، ف. عباسی، ع. شینی دشتگُل، پ. افراسیاب و ف. کاراندیش. ۱۳۹۴. بررسی آثار تقسیط و مقادیر مختلف کود اوره در کود آبیاری جویچه‌ای و عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی نیشکر رقم CP۶۹-۱۰۶۲. مجله تحقیقات آب و خاک کشور. دوره ۴۶. شماره ۲ : ۱۹۵-۲۰۵.

۴- فتحی، ق. ا.، ح. نوریانی و خ. عالمی سعید. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر کارآیی مصرف ازت تحت شیوه‌های مختلف اعمال کود ازته. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. صفحات: ۳۲۰ ۳۱۹-.

۵- قلی‌زاده، ع.، ش. لُرزاده و ن. آریان نیا. ۱۳۸۹. ارزیابی کارآیی مصرف نیتروژن تحت شیوه‌های مختلف اعمال کود نیتروژن روی شاخص برداشت نیتروژن، کارآیی زراعی، کارآیی فیزیولوژیک و کارآیی بازیافت ظاهری ذرت رقم S.C.۷۰۴ در خوزستان. مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. صفحات: ۲۶۹۲-۲۶۹۵.

۶- کوچکی، ع.، خیابانی، ح. و سرمدنیا، غ. ۱۳۷۵. تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- کوچکی، ع. ، م. ن. محلاتی.، ر. ، ا. مرادی و ی. علیزاده. ۱۳۹۴. اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در کشت مخلوط ذرت و پنبه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۳، شماره ۱ : ۱-۱۳.

۸- نصیری محلاتی، م و کوچکی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی روند تغییرات مصرف و بهره‌وری نیتروژن در نظام‌های تولید گندم (Triticum aestivum L.) ایران. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۹، شماره ۲: ۳۶۰-۳۷۸.

9- Ahmed, M.A., H.Ferweez, and Saher, M.A. 2009. The optimum yield and quality properties of sugarcane under different organic, nitrogen and potassium fertilizers levels. Journal Agriculture Research Kafer El-Sheikh University. 35(3): 879-896.

10- Allison. J. C.S. & N. W. Pammenter.2002. Effect of nitrogen supply on the production and distribution of dry matter in sugarcane.South African Journal of Plant and Soil.19: 11-16.

11- De Geus, J.G. 1973. Sugar crops. Pp. 136 . 182. In: De Geus JG., (ed). Fertilizer guide for the Tropics and Subtropics.2nd ed., Centre D'Etude de L'Azote, Zurick.

12- Archna, S., A. K. Shrivastava, A. Gaur, P. Singh, J. Singh and Yadav, R. L. 2008. Nitrogen use efficiency of sugarcane in relation to its BNF potential and population of endophytic diazotrophs at different N levels. Plant Growth Regulation. 54: 1-11.

13- Barbieri, P.A., H. E. Echeverria, and SainzRozas, H.R. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen available and row spacing.Agronomy Journal,100: 1094- 1100.

14- Bell,M. J., Wood, A., and Moody, P. (2014). "Introduction and trends in nitrogen fertilizer use," in A Review of Nitrogen Use Efficiency in Sugarcane, ed. M. J. Bell (Brisbane, QLD: Sugar Research Australia), 8–13.

15- Bologna-Campbell, I., H. C. J. Franco., A. C. Vitti ., C. E. Faroni., M. C. G. Costa and P. C. O. Trivelin.2013. Impact of Nitrogen and Sulphur Fertilisers on Yield and Quality of Sugarcane Plant Crop. Sugar Tech. 15(4):424–428. DOI 10.1007/s12355-013-0259-0.

16- Bundy, L. G. and T. W. Andraski. 2005. Recovery of fertilizer nitrogen in crop residues and cover crops on an irrigated sandy soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:640–648.

17- Castellanos, M. T., M. C. Cartagena, F. Ribas, M. J. Cabello, A. Arce, and A. M. Tarquis. 2010. Efficiency indexes for melon crop optimization. Agron. J. 102:716–722.

18- Cook, G.W. 1987. Maximizing fertilizer efficiency by overcoming constraints. J. Plant Nutr. 10: 1357-1369.

19- Courtaillac, N., R. Baran, R. Oliver, H. Casabianca & F. Ganry. 1998. Efficiency of nitrogenfertilizer in the sugarcane-vertical system in Guadeloupe according to growth and ratoon age of the cane. Nutrient Cycling in Agroecosystems 52: 9–17.

20- De Castro. S. G. Q ., P. S. G. Magalhães., H. C. J. Franco andM. Â. Mutton.2018.Harvesting Systems, Soil Cultivation, and Nitrogen Rate Associatedwith Sugarcane Yield. BioEnergy Research.

21- De Oliveira, E. C. A., Glauber José de Castro Gava, Paulo Cesar Ocheuze Trivelin, Rafael Otto,and Henrique Coutinho Junqueira Franco. 2013. Determining a critical nitrogen dilution curve for sugarcane. Journal Plant Nutrition and Soil Science. 176: 712–723.

22- Dobermann, A.R. 2005. Nitrogen use efficiency—State of the art, Agronomy & Horticulture—Faculty Publications.University of Nebraska, Lincoln, USA, Paper 316.http://digitalcommons.unl.edu / agronomyfacpub/316).

23- Duan, Y., M. Xu, B. Wang, X. Yang, S. Huang, and S. Gao. 2011. Long-term evaluation of manure application on maize yield and nitrogen use efficiency in China. Soil Sci. Soc. Am. J. 75:1562–1573.

24- Fageria, N. K. 1992. Maximizing Crop Yields. New York: Marcel Dekker.

25- Fageria, N. K. 2014. Mineral Nutrition of Rice. Boca Raton, Florida: CRC Press.

26- Gana, A.K.2008. Determination of optimal rate of nitrogen for chewing sugarcane production in the Southern Guinea Savanna of Nigeria.Sugar Technologists. 10: 278-279.

27- George O. Achieng, Samwel O. Nyandere, Philip O. Owuor, Gordon O. Abayoand and Chrispine O. Omondi.2013. Effects of Rate and Split Application of Nitrogen Fertilizer on Yield of Two Sugarcane Varieties from Ratoon Crop.Greener Journal of Agricultural Sciences. Vol. 3 (3), pp. 235-239.

28- Good, A. G., Shrawat, A. K. and Muench, D. G. (2004). Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? Trends Plant Sci. 9: 597–605.

29- Hirel, B., P. Bertin, I. Quillere, W. Bourdoncle, C. Attagnant, C. Dellay, A. Gouy et al. 2001. Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. Plant Physiol. 125:1258–1270

30- Kaiser, J. 2001. The other global pollutant; Nitrogen proves tough to curb. Science 294:1268–1269.

31- Koteva, V., and Marcheva, M. 2012a. Productivity of common wheat variety Mirjana grown with reduced mineral fertilizing. Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 3: 55-62 .

32- Lai, R and B. A. stewart. 2018. Soil nitrogen uses and environmentalimpacts. CRC Press by Taylor & Francis group BocaRaton, FL 33487-2742.

33- LeiteJM, Ciampitti IA, Mariano E, Vieira-Megda MX, Trivelin PC. 2016. Nutrient Partitioning and Stoichiometry in Unburnt Sugarcane Ratoon at Varying Yield Levels. Front Plant Sci.7:466. doi: 10.3389/fpls.2016.00466.

34- Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R. J., and Redondo, R.. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. Field Crops Research. 94: 86 -97.

35- Muchow, R.C.& Robertson, M.J. (1994) Relating crop nitrogen uptake to sugarcane yield. Proceedings of the Australian Society Sugar Cane Technologists, 16, 122–130.

36- Oliveira, E. C. A. (2011). Balanço Nutricional da Cana-de-Açúcar Relacionado à Adubação Nitrogenada, Ph.D. dissertation University of São Paulo, Piracicaba. Available at: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20042011-094249/en.php [accessed 30 April, 2015].
37- Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., and de Tourdonnet, S. 2010. Does under sowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield. Field Crops Research 115: 9–18.
38- Prasertek, P., J.R. Freney, O. Denmead and J. Reghenzami. 2002. Effect of fertilizer placement on nitrogen loss from sugarcane in tropical Queensland. Nutr Cycl Agroecosyst 62(3):229–239.
39- Rattey, A. R. and Hogarth, D. M. 2001. The effect of different nitrogen rates on CCS accumulation over time. In proceeding international society of sugar cane technologists. Brisbane, Australia, 24, 168-170.
40- Raun, W. R. and Johnson, G. V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production.Agronomy Journal. 91: 357-363.
41- Rice, R. W., R. A. Gilbert, and R. S. Lentini, 2002: Nutritional requirements for Florida sugarcane. Florida Coop. Ext. Ser., UF/IFAS, Doc. SS-ARG-228.Univ. of Fla., Inst. Food Agric. Sci., Gainesville.
42- Saleem, M. F., A. Ghaffar, S. A. Anjum, M. A. Cheema, and M. F. Bilal, 2012: Effect of nitrogen on growth and yield of sugarcane. J. Am. Soc. Sugar Cane Technol. 32, 75–93.
43- Sattermacher, B., W. J.Horst, and Becker, H. C. 1994. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. Z. Pflanzenern. Bodenk. 157:215-224.
44- Schroeder, B. L., Salter, B., Moody, P. W., Skocaj, D. M., and Thorburn, P. J. (2014). “Evolving nature of nitrogen management in the Australian sugar industry,” in A Review of Nitrogen Use Efficiency in Sugarcane, ed. M. J. Bell (Brisbane, QLD: Sugar Research Australia), 14–86.
45- Shomeili, M., and Bahrani, M.J. 2013. Effect of irrigation and nitrogen on sugarcane yield, water-use efficiency, soil moisture depletion and nitrogen uptake in iran.Proceeding International Society Sugar Cane Technologists.Vol. 28.
46- Sime, Mengistu. 2013. Effect of Different Nitrogen Rates and Time of Application in Improving Yield and Quality of Seed Cane of Sugarcane (Saccharum spp. L.) Variety B41/227.International Journal of Scientific and Research Publications.Volume3,Issue1:
1-7.
47- Srivastava, S. C., and N. R. Suarez, 1992: Sugarcane. In: W. Wichmann, ed. World Fertilizer Use Manual, pp. 257–266. BASF AG, Germany.
48- Thorburn, P.J., Biggs, J.S., keating, B.A., weier, k.L. and Robertson, F.A. 2001 Nitrate in groundwater in the Australian sugar industry: Implications for management of nitrogen fertilizer in: Hogarth, DM (Eds) International Society of sugar cane technologists proceedings XXVI congress, Brisbane, September 2001, Vol.II. Australian Society Sugarcane Technologists, Mackay, pp 131-134.
49- Thornburn, P.J., E.A. Meiera, and Probert, M.E. 2005. Modelling nitrogen dynamics in sugarcane systems.Recent advances and applications.Field Crop Research. 92: 337-351.
50- Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor, and Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature. 418: 671-677.
51- Uribe, R. A. M., G. J. de C. Gava, J. C. C. Saad abd O.T. Kölln. 2013. Ratoon sugarcane yield integrated drip-irrigation and nitrogen fertilization. Eng. Agríc. vol.33 no.6: 1124-1133.http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000600005.
52- Vallis, I. and Keating B. A.1994. Uptake and loss of fertilizer and soil nitrogen in sugarcane crops. Proceedings of Australian Society of Sugarcane Technologists. Townsville, Australia. pp: 105-113.
53- Wiedenfeld, R., 1997: Sugarcane responses to N fertilizer application on clay soils. J. Am. Soc. Sugar Cane Technol. 17, 14–27.
54- Wiedenfeld, B. and J. Enciso. 2008. Sugarcane response to irrigation and nitrogen in semiarid South Texas. Agron. J. 100(3):665–671.
55- Wiedenfeld, R. P. 1995. Effects of irrigation and N fertilizer application on sugarcane yield and quality. Field Crops Res. 43:101–108.
56- Zhao, D B. Glaz & J. C. Comstock. 2014. Physiological and Growth Responses of SugarcaneGenotypes to Nitrogen Rate on a Sand Soil. Journal Agronomy Crop Science.290-301.

عنوان مقاله:

بررسی فسفر در خاک‌های تحت کشت نیشکر

Evaluation Of Phosphorus Status In Soils Under Sugarcane

نویسنده مسئول: سعید صغیرزاده
دکتری علوم خاک (شیمی و حاصلخیزی خاک)
رئیس اداره آب و خاک شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی
EMAIL:s_safirzadeh@yahoo.com
سایر نویسندگان: افشین آریز [۱]، محمد فدعمی [۲]
۱- مدیر مطالعات کاربردی شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی
۲- رئیس آزمایشگاه خاک و گیاه شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی

چکیده

فسفر عنصر غذایی ضروری در تولید پایدار نیشکر است. به دلیل کمبود فسفر قابل دسترس گیاه در خاک‌های تحت کشت نیشکر، ارزیابی کارایی جذب فسفر نقش موثری را در مدیریت مصرف کود فسفر ایفا می‌کند. به دلیل برهم‌کنش فسفر با ترکیبات کلسیم در خاک‌های آهکی، فسفر قابل استفاده گیاه به سرعت کاهش یافته و به اشکال دیگر فسفات کلسیم کمتر محلول تبدیل می‌شود. بنابراین استفاده از کودهای شیمیایی روش مرسوم تامین فسفر مورد نیاز گیاه می‌باشد. با توجه به عدم مصرف کود فسفر در سنین راتون نیشکر و تثبیت بخش زیادی از فسفر استفاده شده، ارزیابی اینکه آیا این روش کوددهی فسفر می‌تواند به عنوان یک فاکتور محدودکننده در تولید نیشکر در سنین راتون باشد، مورد پرسش است؟ لذا، بررسی رفتار شیمیایی فسفر در خاک و تعیین توانایی نگهداری فسفر و فسفر باقی مانده و نیز بررسی‌های مربوط به پارامترهای گیاهی شامل ارزیابی کارایی جذب فسفر در واریته‌های مختلف نیشکر و عوامل موثر بر آن و تعیین مکانیزم‌های غالب جذب فسفر امری مهم می‌باشد. با در نظر گرفتن مجموع عوامل ذکر شده، می‌توان مدیریت مناسبی در تغذیه فسفر نیشکر در راستای تولید پایدار اعمال نمود.

واژگان کلیدی: فسفر، ضریب بافری فسفر، شیمی فسفر، کارایی جذب فسفر، اینفلاکس، نیشکر

ABSTRACT

Phosphorus (P) is an essential nutrient for sustainable production of sugarcane. Due to low labile P in soils under sugarcane cultivation, the evaluation of P uptake efficiency plays an important role in the management of P fertilizer. In calcareous soils, the amount of available P is controlled by the reactivity of P with calcium components. Consequently, a great proportion of applied P fertilizer is accessible in sparingly soluble and insoluble forms, such as various Ca-bound P. Furthermore, fertilization is the most common practice to overcome soil P fixation processes. Due to the no application of P fertilizer at the ratoon stage of sugarcane and the fixation of a large proportion of P applied, a question arise that whether this P fertilization management may be a limiting factor in sugarcane production at the ratoon stage? Therefore, investigation of the chemical behavior of P in the soil and P fixation and determination of residual P, as well as plant parameters including assessment the P uptake efficiency in different varieties of sugarcane and the factors affecting it and determining the dominant mechanisms of P uptake are important. With all the mentioned factors, the suitable P fertilizer management can be performance in sustainable production of sugarcane.

KEYWORDS: Phosphorus, P buffer coefficient, P Chemistry, P uptake efficiency, Influx, Sugarcane.

مقدمه

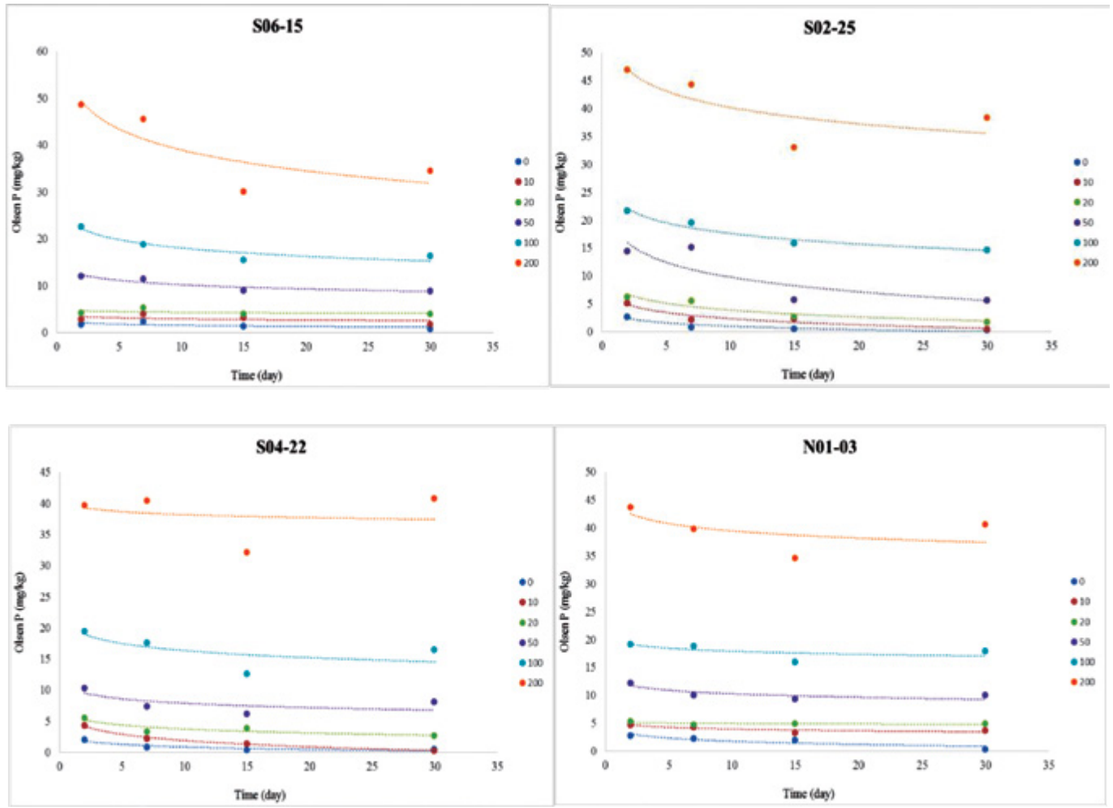
فسفر به عنوان سومین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه نیشکر بعد از نیتروژن و پتاسیم، عمدتاً در خاک به صورت ترکیبات نامحلول و غیرقابل دسترس برای گیاه وجود دارد. رشد نیشکر وابستگی زیادی به فسفر به عنوان یک عنصر پرمصرف دارد. این عنصر علاوه بر نقش‌های خود در پروتوپلاسم، ذخیره و انتقال انرژی، فتوسنتز و تنفس، به عنوان تشدید کننده رشد و گسترش ریشه و هم‌چنین محرک پنجه‌زنی نیز معرفی می‌گردد (واسکن سلوز و همکاران[1] ، ۲۰۱۷). علاوه بر این فسفر موجب رسیدگی و بهبود کیفیت شربت نیشکر می‌شود. در کارخانجات نیشکر از فسفر در جهت تصفیه شربت نیز استفاده می‌گردد. تحقیقات مختلف مربوط به جذب فسفر در مراحل مختلف رشد گیاه نیشکر نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد فسفر گیاه در طی ۶ ماه اول جذب می‌شود و فسفر جذب شده عمدتاً در برگ‌های بالایی تجمع می‌یابد (بهروان و همکاران، ۱۳۸۹). فسفر در جوانه‌زنی و بنابراین برای تولید جمعیت مناسبی از ساقه‌ها در گیاه نیشکر ضروری است. مقدار مناسب فسفر (حدود ۳۰۰ppm) در عصاره نیشکر برای خالص‌سازی مناسب در فرایند استحصال شکر ضروری است.

اگر چه خاک‌ها دارای مقادیر زیادی از فسفر کل هستند که بین ۲۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک متغیر است، اما فقط بخش کوچکی از فسفر به صورت یون‌های فسفر در محلول خاک وجود دارد. بیشتر فسفر به شکل‌های کم‌محلول و نامحلول به صورت فسفات‌های آهن و آلومینیوم در خاک‌های اسیدی و فسفات‌های کلسیم در خاک‌های قلیایی حضور دارد. همچنین این ترکیبات نیز بعد از اضافه کردن کود فسفر به خاک تثبیت شده و به صورت غیرقابل جذب از دسترس گیاه خارج می‌شوند. تحرک ضعیف فسفر در خاک نیز به علت واکنش‌پذیری زیاد یون‌های فسفر با اجزاء خاک است که سبب نگهداری قوی فسفر توسط این ترکیبات می‌شود (هینسینگر[2] ،۲۰۰۱; فرناندز و همکاران[3] ، ۲۰۰۷; هریپراساد و نیرانجانا[4] ، ۲۰۰۹; سینگ و همکاران[5] ، ۲۰۱۳). بنابراین استفاده از کودهای شیمیایی فسفر به منظور تولید پایدار محصولات کشاورزی لازم است. بررسی فسفر در خاک‌های تحت کشت نیشکر را می‌توان از دو جنبه مورد ارزیابی قرار داد که شامل وضعیت فسفر در خاک و بررسی توانایی گیاه در جذب فسفر می‌باشد.

۱- فسفر در خاک

در خاک‌های آهکی بخش زیادی از فسفر استفاده شده به علت واکنش‌های جذب سطحی و رسوب بر روی سطوح کربنات کلسیم از محلول خاک خارج می‌شود (جلالی و جلالی[6] ، ۲۰۱۶) به طوری که محصولات کشاورزی معمولاً ۱۰ – ۵ درصد کود فسفر استفاده شده را در همان سال جذب می‌کنند. به منظور پیش‌بینی نیاز کود شیمیایی فسفر و توصیه‌های دقیق کودی، بررسی مقدار فسفر قابل‌دسترس باقی‌مانده در خاک مهم است (جلالی[7] ، ۲۰۰۶). در برآورد نیاز گیاه به فسفر می‌توان از ضریب بافری فسفر (phosphorus buffer coefficient) استفاده کرد. ضریب بافری فسفر عبارت از نسبت مقدار فسفر قابل استخراج به مقدار کود اضافه شده به خاک است. این عبارت با ظرفیت بافری یا قدرت بافری فسفر متفاوت است که به صورت مقدار فسفر مورد نیاز در هر کیلوگرم خاک که غلظت محلول خاک را یک واحد تغییر دهد، تعریف می‌شود (جلالی، ۲۰۰۶). به منظور بررسی ضریب بافری فسفر خاک در شرکت حکیم فارابی از چهار مزرعه با مقادیر متفاوت فسفر قابل استخراج اولیه (فسفر السن) نمونه‌برداری (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) انجام شد. در هر نمونه خاک مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک از منبع KH_2PO_4 و با سه تکرار استفاده شد. نمونه‌ها در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با تامین رطوبت مناسب نگهداری شدند و در زمان‌های ۲، ۷، ۱۵ و ۳۰ روز پس از اضافه کردن فسفر به خاک از هر تیمار نمونه‌برداری انجام شد و مقدار فسفر قابل استخراج نمونه با استفاده از روش بی‌کربنات سدیم اندازه‌گیری گردید. تغییرات مقدار فسفر استخراج شده در زمان‌های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است.

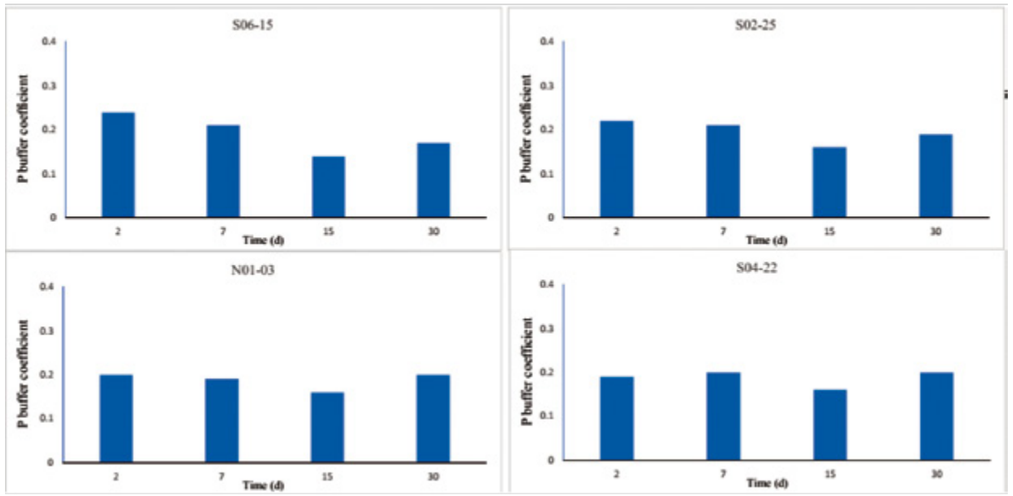
1- Vasconcelos et al. (2017)
2- Hinsinger (2001)
3- Fernández et al. (2007)
4- Hariprasad and Niranjana (2009)
5- Singh et al. (2013)
6- Jalali and Jalali (2016)
7- Jalali (2006)



شکل ۱- روند آزاد شدن فسفر با زمان در خاک‌های مختلف

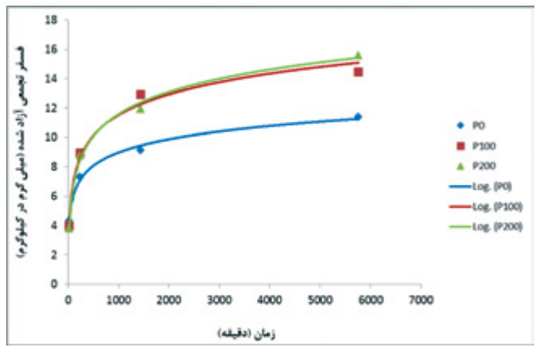
نتایج نشان می‌دهد که تغییرات آزاد شدن فسفر از خاک با زمان ناچیز است و به ویژه در غلظت‌های کم، تغییرات به صورت خط راست می‌باشد. این تغییرات ناچیز نشان دهنده کم بودن مقادیر فسفری است که با قدرت کمی در خاک نگهداری می‌شود و آسان‌تر از خاک آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین در خاک‌های تحت بررسی، توانایی جبران کاهش فسفر محلول در اثر جذب گیاه ناچیز است. بسیاری از محققان نشان دادند که آزاد شدن فسفر از خاک شامل یک مرحله سریع اولیه است که با یک مرحله آهسته ادامه می‌یابد. آنها بیان کردند که فسفر سریع اولیه شامل فسفر موجود در سطح ذرات است و دارای انرژی برهمکنشی زیاد و تمایل بیشتر به آزاد شدن از سطح ذرات است و سریعتر می‌تواند در اختیار گیاه قرار گیرد (هنسن و استرون[1] ، ۲۰۰۳; شریعتمداری و همکاران[2] ، ۲۰۰۶; جلالی، ۲۰۰۶). بررسی نتایج ضریب بافری فسفر در خاک نشان داد که تغییرات ضریب بافری با گذشت زمان ناچیز بود که نشان دهنده جذب بیشتر فسفر در مراحل اولیه اضافه کردن فسفر به خاک می‌باشد و قابلیت استخراج فسفر در زمان‌های بعدی تغییر چندانی نداشت (شکل ۲).

1- Hansen and Strawn (2003)
2- Shariatmadari et al. (2006)



شکل ۲- تغییرات ضریب بافری فسفر با گذشت زمان در نمونه‌های متفاوت خاک

در مطالعه دیگری بر سینتیک آزاد شدن فسفر از خاک تحت کشت نیشکر نشان داد که در شرایط بدون مصرف کود شیمیایی فسفر، آزاد شدن فسفر از خاک به کندی صورت می‌گیرد (شکل ۳) و برازش داده‌های آزاد شدن فسفر از خاک با معادلات سینتیکی نشان دادند که معادله تابع توان بهترین برازش را نشان داد که بیان کننده آزاد شدن فسفر از خاک تحت تاثیر مکانیزم پخشیدگی (Diffusion) می‌باشد که متاثر از غلظت کم فسفر قابل استخراج از خاک می‌باشد (صفیرزاده و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۳- سرعت آزاد شدن فسفر از خاک
در تیمارهای P۰، P۱۰۰ و P۲۰۰ که به ترتیب نشان دهنده تیمارهای بدون مصرف کود شیمیایی و مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر

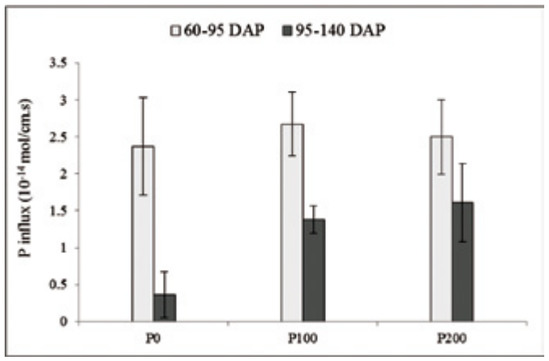
دانش و اطلاعات در مورد اجزاء فسفر در خاک و کانی‌های دارای فسفر که غلظت فسفر را در محلول خاک کنترل می‌کنند در درک رفتار شیمیایی فسفر در خاک و قابلیت دسترسی و مدیریت مناسب فسفر به منظور تولید پایدار نیشکر ضروری است (ادهمی و همکاران[1] ، ۲۰۱۳; جلالی و جلالی، ۲۰۱۶; شن و همکاران[2] ، ۲۰۱۹). بررسی جزءبندی (Fractionation) فسفر در مزارع نیشکر نشان داد که فقط ۱/۵ درصد از کل فسفر خاک به شکل قابل جذب برای گیاه نیشکر وجود دارد و ۷۰ درصد از فسفر در خاک به صورت ترکیبات پایدارتر فسفات کلسیم (اکتا کلسیم فسفات) اندازه‌گیری شد. این در حالی است که ترکیبات پایدار و غیرقابل جذب فسفات کلسیم (آپاتیت) حدود ۱۵/۸ درصد از فسفر خاک را شامل می‌شد و مجموع فسفات‌های آهن، آلومینیوم و محبوس شده حدود ۱۲/۷ درصد از فسفر را تشکیل می‌دادند. این نتایج از دو جنبه قابل توجه است. یکی کم بودن مقدار فسفری که به راحتی برای نیشکر قابل جذب است (نمونه‌برداری از مزرعه با سن راتون ۸ انجام شد) و قرار داشتن بخش زیادی از فسفر به اشکالی که نیشکر برای جذب آن ملزم به صرف انرژی بیشتر و استفاده از مکانیزم‌های دیگر می‌باشد و دیگر اینکه کم بودن جزء پایدار فسفات کلسیم (آپاتیت کلسیم، ۱۵/۸ درصد) که می‌تواند نشان دهنده الزام استفاده نیشکر از اجزاء کمتر محلول

1- Adhami et al. (2013) 2- Shen et al. (2019)

و نامحلول فسفر خاک در طی سال‌های راتون و عدم استفاده از منابع فسفر برای گیاه در این سال‌ها باشد.

۲- توانایی گیاه در جذب فسفر

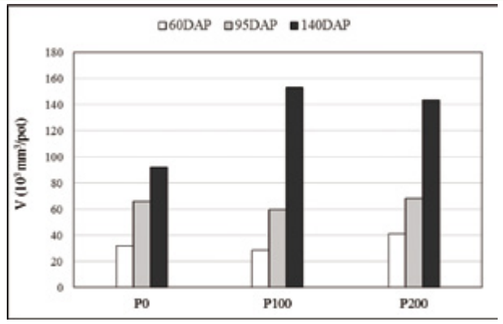
با توجه به اینکه قسمت زیادی از فسفر استفاده شده در خاک به صورت ترکیبات کمتر محلول و نامحلول در خاک تبدیل می‌شوند اما گیاهان زراعی قادر به استفاده از این منابع فسفر با گذشت زمان هستند (کراسیلنیکف و همکاران[1] ، ۲۰۰۳; جلالی و جلالی، ۲۰۱۶). صفیرزاده و همکاران[2] (۲۰۱۹) گزارش کردند که ۷۰/۴ درصد از کل فسفر جذب شده توسط گیاه نیشکر، از منابع غیر از فسفر السن (فسفر قابل استفاده گیاه) جذب شد. یکی از دلایل اصلی قابلیت استفاده گیاهان زراعی از منابع کمتر محلول فسفر، شرایط بیوشیمیایی متفاوت ریزوسفر گیاه در مقایسه با خاک توده است. تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی ناشی از فعالیت ریشه گیاه در ریزوسفر، نقش بسیار مهمی را در افزایش فراهمی زیستی فسفر خاک ایفا می‌کنند (هینسینگر، ۲۰۰۱). ریشه‌های گیاهان می‌توانند محیط ریزوسفر را به علت فعالیت‌های فیزیولوژیکی مختلف، بویژه ترشح ترکیبات آلی مانند اسیدهای آلی، فسفاتازها و ترکیبات نشانگر دیگر به مقدار زیادی تغییر دهند. بنابراین دینامیک فسفر در ریزوسفر عمدتاً توسط رشد و عملکرد ریشه گیاه کنترل می‌شود و همچنین به مقدار زیادی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ارتباط دارد (شن و همکاران، ۲۰۱۱). توانایی گیاهان در استفاده از منابع کمتر محلول فسفر از خاک که به عنوان کارایی جذب فسفر (P uptake efficiency) گیاه مطرح شده است، میان گیاهان مختلف و واریته‌های یک گونه گیاهی نیز متفاوت است (بهادوریا و همکاران[3]، ۲۰۰۲). بنابراین ارزیابی کارایی جذب فسفر نیشکر، نقش اساسی را در مدیریت کود فسفر گیاه ایفا می‌کند (صفیرزاده و همکاران، ۲۰۱۹). بهادوریا و همکاران (۲۰۰۲) کارایی فسفر را متاثر از چهار جزء بیان کردند که شامل غلظت بحرانی برای رسیدن به حداکثر عملکرد، نرخ رشد نسبی، نسبت ریشه به ساقه و اینفلاکس بودند. سه جزء اول عمدتاً توسط گیاه تعیین می‌شوند در حالی که اینفلاکس توسط فراهمی فسفر از خاک به ریشه گیاه تعیین می‌شود. اینفلاکس فسفر که در حقیقت حرکت فسفر به داخل ریشه گیاه است، بر مبنای مول بر واحد سطح یا طول ریشه و در واحد زمان بیان می‌شود. اینفلاکس فسفر از یک طرف به توانایی گیاه در جذب و از طرف دیگر به محدودیت‌های حرکت فسفر در خاک مربوط است. سینتیک جذب فسفر، حرکت فسفر در خاک، تراوشات ریشه گیاه و اثر میکروارگانیسم‌ها در جذب فسفر از عوامل مؤثر در اینفلاکس فسفر محسوب می‌شوند (خراسانی، ۱۳۸۹). بنابراین هر عامل موثر در تغییر دادن حلالیت و تحرک فسفر در خاک می‌تواند در اینفلاکس فسفر به درون گیاه کمک کند. بررسی اینفلاکس فسفر به درون ریشه گیاه نیشکر واریته CP۵۷-۶۱۴ (شکل۴) نشان داد که در شرایط کمبود فسفر، مقدار اینفلاکس فسفر به طور معنی‌داری با گذشت زمان کاهش یافت که نشان دهنده پایین بودن کارایی جذب فسفر در این واریته نیشکر است (صفیرزاده و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل۴- مقایسه اینفلاکس فسفر به درون ریشه گیاه نیشکر
در دو دوره رشد گیاه، DAP: روز پس از کشت

مجموعه‌ای از عوامل گیاهی شامل مورفولوژی ریشه گیاه و توانایی گیاه در استفاده از منابع فسفر غیرمحلول را می‌توان از دلایل کم بودن توانایی واریته CP۵۷ در جذب فسفر در شرایط کمبود فسفر دانست. همچنین بررسی‌های انجام شده نشان دادند که در شرایط کمبود فسفر قابل استفاده خاک، حجم خاک قابل استفاده ریشه گیاه نیشکر در شرایط کمبود فسفر، کمتر از تیمارهای کوددهی بود و این اختلاف با گذشت زمان افزایش یافت (شکل ۵).

1- Krasilnikoff et al. (2003) 2- Safirzadeh et al. (2019) 3- Bhadoria et al. (2002)



شکل ۵- حجم خاک در معرض ریشه نیشکر در تیمارهای مختلف کوددهی و در زمان‌های مختلف رشد، DAP:

روز پس از کشت، P۰، P۱۰۰ و P۲۰۰ به ترتیب تیمارهای بدون کود، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط کنونی تامین کود فسفر در کشور از نظر دسترسی و هزینه و نیز مدیریت مناسب مصرف کودهای فسفر، بررسی و در نظر گرفتن خصوصیات خاک و رفتار شیمیایی فسفر در خاک و نیز توجه به خصوصیات گیاهی و بررسی توانایی واریته‌های مختلف نیشکر در جذب فسفر از خاک در شرایط مختلف تغذیه‌ای از لحاظ فسفر مهم است. همچنین نتایج نشان دادند که در خاک‌های تحت کشت نیشکر با ظرفیت بالای غیرقابل استفاده کردن فسفر مورد نیاز گیاه، واریته CP۵۷-۶۱۴ دارای کارایی جذب فسفر پایینی در شرایط کمبود فسفر خاک است. لذا با توجه به کم بودن فسفر قابل استفاده خاک در سنین راتون و نقش مهم فسفر در پنجه زنی نیشکر، لزوم تغییر مدیریت کوددهی فسفر بویژه در سنین راتون مهم به نظر می‌رسد.

منابع

۱- بهروان، ح. ر.، پرویزی آلمانی، م.، جمشیدنیا، ا.، سراغی، ا. و عبدی کرم وند، م. ۱۳۸۹ (مترجمان). فن آوری تولید نیشکر در هندوستان. جلد اول. انتشارات کردگار. موسسه تحقیقات نیشکر و صنایع جانبی.

۲- خراسانی، ر. ۱۳۸۹. کارایی جذب فسفر در ذرت، چغندرقند و بادام زمینی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۴(۱): ۱۸۰-۱۸۸.

۳- صفیرزاده، س.، چرم، م.، عنایتی ضمیر، ن. ۱۳۹۸. تاثیر باکتری‌های حل کننده فسفات در سینتیک آزاد شدن فسفر از خاک ریزوسفری ریشه نیشکر و همبستگی پارامترهای آن با منابع مختلف فسفر خاک. نشریه تحقیقات کاربردی خاک. 7(2): 181-168.

4- Adhami E, Owliaie HR, Molavi R, Rezaei Rashti M, Esfandbod M. 2013. Effects of soil properties on phosphorus fractions in subtropical soils of Iran. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13(1): 11-21.

5- Bhadoria, RS., Steingrobe, B., Claassen, N., Liebersbach, H. 2002. Phosphorus efficiency of wheat and sugar beet seedlings grown in soils with mainly calcium, or iron and aluminium phosphate. Plant and Soil, 246: 41–52.

6- Fernández, LA., Zalba, P., Gómez, MA., Sagardoy, MA. 2007. Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. Biology and Fertility of Soils, 43: 805–809.

7-Hansen, JC., Strawn, DG. 2003. Kinetics of phosphorus release from manure–amended alkaline soil. Soil Science, 168: 869-879.

8- Hariprasad, P., Niranjana, SR. 2009. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. Plant and Soil, 316: 13–24.

9- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. Plant and Soil, 237: 173–195.

10- Jalali, M. 2006. Soil phosphorus buffer coefficient as influenced by time and rate of P addition. Archives of Agronomy and Soil Science, 52(3): 269-279.

11- Jalali, M., Jalali, M. 2016. Minerals control phosphorus solubility in long-term cultivated calcareous soils. Soil Research, 55(2): 182-190.

12- Krasilnikoff, G., Gahoonia, T., Nielsen, NE. 2003. Variation in phosphorus uptake efficiency by genotypes of cowpea (Vignaunguiculata) due to differences in root and root hair length and induced rhizosphere processes. Plant and Soil, 251: 83–91.

13- Safirzadeh S, Chorom M, Enayatizamir N. 2019. Effect of phosphate solubilising bacteria (Enterobacter cloacae) on phosphorus uptake efficiency in sugarcane (Saccharum officinarum L.). Soil Research, 57:333–341.

14-Singh, O., Gupta, M., Mittal, V., Kiran, S., Nayyar, H., Gulati, A., Tewari, R. 2013. Novel phosphate solubilizing bacteria 'Pantoea cypripedii PS1' along with Enterobacter aerogenes PS16 and Rhizobium cicero enhance the growth of chickpea (Cicer arietinum L.). Plant Growth Regulation, 73: 79-89.

15-Shariatmadari, H., Shirvani, M., Jafari, A. 2006. Phosphorus release kinetics and availability in calcareous soils of selected arid and semiarid toposequences. Geoderma, 132: 261-272.

16- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W., Zhang, F. 2011. Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. Plant Physiology, 156: 997–1005.

17- Shen Y, Duan Y, McLaughlin N, Huang S, Guo D, Xu M. 2019. Phosphorus desorption from calcareous soils with different initial Olsen-P levels and relation to phosphate fractions. J. Soils Sediments, 19:2997-3007.

18- Vasconcelos, RL., Almeida, HJ., Prado, RM., Santos, LFJ., Júnior, JMP. 2017. Filter cake in industrial quality and in the physiological and acid phosphatase activities in cane-plant. Industrial Crops & Products. 105: 133-141.

عنوان مقاله:

طراحی، ساخت و نصب سیستم وایرینگ کامل دروگرهای Austoft 7000 نیشکر (شرکت کشت و صنعت دعبل خزایی)

Design, manufacture and installation of a complete Ausoft 7000 series Sugarcane harvesters wiring system (Debale Khozaei Sugarcane Agro Industry CO)

نویسنده مسئول: حسن خلقیان امینه
کارشناس ارشد خورد گی و اکسیداسیون مواد
سرپرست دایره خدمات فنی مدیریت تجهیزات مکانیکی کشت و صنعت دعبل خزاعی خوزستان
EMAIL: hassankhalafian@gmail.com

ABSTRACT

The main part of investing in sugarcane Agro.industries refers to the use of various agricultural machines. The high cost of a harvester has made it difficult to replace. Therefore, the necessary operations for maintenance and repair should be done in the best way to increase the service life of it. On the other hand, if the harvester falls behind the schedule due to its failure, it will cause costs by reducing the cane purity. In the current situation, supplying the required parts of harvesters is facing high costs and difficulties. Increasing the life of harvesters has increased the need for replacement and overhaul, one of which is the harvester wiring system. In 2018, the four basic parts of the sugarcane harvester system of the Austoft 7000 series were designed and built in Debale Khozaei Sugarcane Agro Industry CO. Results during construction and after installation of wiring system compared with the previous system on 23 harvesters showed decreased in wiring system repairs, replacement of damaged parts, harvester stop time, and number of fires in parts of the device due to improper operation of the electrical system, respectively by 67.8, 68.4, 94.8 and 75 percent.Overall cost saving In general, of stopping the harvester, purchasing, repairing and replacing parts due to improper operation of the electrical system, was calculated at 77.8 percent.

KEYWORDS: Sugarcane harvester, Wiring System, Sugarcane, Austoft 7000 series

چکیده

عمده‌ترین بخش سرمایه‌گذاری در شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر، به کارگیری ماشین‌های مختلف کشاورزی است. قیمت زیاد ماشین‌های دروگر، سبب شده است تا جایگزینی آن مشکل باشد. از این رو، باید عملیات لازم جهت نگهداری و تعمیر، به بهترین نحو صورت گیرد تا عمر استفاده از این ماشین، افزایش یابد. از سوی دیگر اگر ماشین‌های برداشت نیشکر به علت از کار افتادگی (تعمیرات عیوب) از برنامه کاری عقب بیافتند، سبب وارد شدن هزینه‌هایی از طریق افت میزان قند موجود در نی می‌شود. در شرایط کنونی، تامین قطعات مورد نیاز دروگرهای نیشکر با هزینه و مشقت بالایی مواجه شود. بالا رفتن عمر دروگرها باعث شده است تا نیاز به تعویض و تعمیر قطعات افزایش یابد، یکی از این موارد سیستم وایرینگ دروگر نیشکر می‌باشد. در سال ۹۷ در شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی اقدام به طراحی و ساخت سیستم وایرینگ چهار بخش اساسی دروگر نیشکر از سری ۷۰۰۰ **Austoft** شد. نتایج بررسی‌ها در حین ساخت و پس از نصب سیستم وایرینگ بر روی ۲۳ دستگاه دروگر نشان داد که میزان تعمیرات سیستم وایرینگ، تعویض قطعات آسیب دیده، ساعت توقفات دروگر، و تعداد آتش‌سوزی بخش‌های دستگاه ناشی از عملکرد نادرست سیستم برقی، پس از بهره‌برداری از سیستم جدید، نسبت به نوع قدیمی، به ترتیب به میزان ۶۷/۸ ، ۶۸/۴، ۹۴/۸ و ۷۵ درصد، کاهش یافت. به طور کلی میزان صرفه‌جویی در هزینه‌های توقف دروگر، خرید، تعمیر و تعویض قطعات ناشی از عملکرد نادرست سیستم برقی، به میزان ۷۷/۸ درصد محاسبه شد.

واژگان کلیدی: دروگر نیشکر، سیستم وایرینگ، نیشکر، سری ۷۰۰۰ Austoft

مقدمه

نیشکر یک محصول گرمسیری است و حداکثر رشد آن در شرایط گرم، مرطوب و آفتابی صورت می‌گیرد. اهمیت نیشکر در اقتصاد زراعی جهان به دلیل ارزش بالای آن به عنوان محصول نقدی، منبع اصلی قند و به عنوان منبع اولیه مواد اولیه برای صنایع مختلف مبتنی بر کشاورزی نیازی به تأکید ندارد[۳]. نیشکر منبع اصلی قندخام، سوخت اتانول در سراسر جهان است. با تولید جهانی سالانه حدود ۲ میلیارد تن در سال و بیش از ۲۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۱ کشت شده است. این یک محصول نقدی حیاتی و با ارزش محسوب می‌شود. هرگونه کاهش در هزینه‌ها می‌تواند منجر به بهبود قابل توجهی درآمدهای کلیه بخش‌های درگیر در صنایع مرتبط با نیشکر شود[۵]. عمده‌ترین بخش سرمایه‌گذاری در شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر، به کارگیری ماشین‌های مختلف کشاورزی است [۱]. برداشت مکانیزه نیشکر در شماری از کشورهای جهان انجام می‌شود. شرکت آستافت استرالیا یکی از اولین سازندگان دروگرهای نیشکر در جهان به شمار می‌رود در حال حاضر این شرکت دیگر یک شرکت استرالیایی محسوب نمی‌شود و فعالیت خود را در برزیل انجام می‌دهد [۲]. قیمت زیاد این ماشین، سبب شده است تا جایگزینی آن مشکل باشد. از این رو، باید عملیات لازم جهت نگهداری و تعمیر، به بهترین نحو صورت گیرد تا عمر استفاده از این ماشین، افزایش یابد. از سوی دیگر اگر ماشین‌های برداشت نیشکر به علت از کار افتادگی از برنامه کاری که برای آن‌ها در نظر گرفته شده عقب بیافتند، این امر سبب وارد شدن هزینه‌هایی از طریق افت میزان قند موجود در نی می‌شود [۱]. در یک بررسی در سال ۲۰۱۲، مشخص شده که هزینه به موقع انجام نشدن عملیات برداشت نیشکر به ازای یک روز تاخیر در کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان، ۱/۰۸۵/۰۵۴ تومان در هکتار بود [۵]. روش کار این دستگاه به این صورت است که ابتدا سر نی را که درصد قند پایینی دارد، بریده و روی زمین می‌ریزد، سپس نی را به سمت قسمت برش هدایت می‌کند. پس از بریدن به قطعه‌های کوچک‌تر خرد می‌نماید سپس نی را تمیز و درنهایت به سمت سبد هدایت می‌نماید[۳]. کلیه ادوات و تجهیزات دروگر نیشکر (نیروی پیشروی تا کلیه ادوات برش، فن‌های پوشال‌زدایی، و انتقال و بارگیری مواد) توسط توان هیدرولیکی بکار گرفته می‌شود، لیکن مدار فرمان اکثر ادوات جهت راه‌اندازی و قطع و وصل به کمک مدارات الکتریکی فرمان انجام می‌گیرد. علاوه بر موارد کارکردی دستگاه، کلیه ابزارهای پایش به کمک حسگرهای الکتریکی مدارات و سیم‌کشی‌های برقی و درنهایت نشانگرها برقی بکار گرفته شده‌اند. در تحقیقی در سال ۲۰۱۵ در رابطه با انواع خرابی‌ها در سیستم دروگر نیشکر، مشخص شد که میزان خرابی زیر سیستم‌های برقی ۰/۰۱۲ در ساعت محاسبه و متوسط زمان بین خرابی‌ها پس از ۱۸۰۰ ساعت کار برای زیر سیستم مذکور ۸۵/۷۱ ساعت بدست آمد[۴]. در سال‌های اخیر با توجه به افزایش محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها و تورم، علاوه بر محدودیت در سفارش نمونه‌های خارجی، در صورت وجود، به منظور خرید هر سیستم وایرینگ، هزینه بالایی برای هر دستگاه اعمال می‌شود. لذا در سال زراعی ۹۷ در کشت و صنعت دعبل خزاعی اقدام به امکان‌سنجی ساخت مجموعه وایرینگ دروگر با توجه به اجناس و لوازم موجود در بازار ایران شد. سپس درنهایت وایرینگ موتوری، وایرینگ زیر کابین، وایرینگ پنل کنترل، وایرینگ کامل بوم و قسمت‌های تکمیلی و رابط‌های مکمل ساخته، بعد از آن بر روی تعداد ۲۳ دستگاه دروگر مورد استفاده در عملیات برداشت نصب و مورد ارزیابی نهایی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

با توجه به عدم وجود اتصالات مناسب و قابل اطمینان در بازار ایران و به جهت رعایت موارد و ملاحظات اقتصادی از به‌کارگیری اتصالات باقیمت‌های بالا (اتصالات هواپیمایی یا نظامی) صرف‌نظر شده است. به منظور رعایت مسائل ایمنی و فنی و شرایط محیط کارکردی خاص دستگاه دروگر نیشکر، لازم است کلیه قسمت‌های دستگاه توسط آب شستشو گردد. با توجه به این که یکی از عوامل مخرب و آسیب‌رسان به مدارات الکتریکی، وجود رطوبت می‌باشد لذا به‌مرور و باگذشت مدت‌زمانی از عملیات اجرایی هرساله این مشکل، منجر به توقف دستگاه‌ها به دلیل مشکلات الکتریکی می‌شد. به این منظور ساخت سیستم وایرینگ جهت نصب بر دروگر نیشکر، ساخت شرکت آستافت استرالیا از سری ۷۰۰۰ Austoft در دستور کار قرارا گرفت (شکل ۱). در این تحقیق از انواع مختلفی از سیم‌های خودرویی در رنگ‌بندی‌های مطابق با استانداردهای داخلی تعریف شده در مجموعه تجهیزات مکانیکی شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی استفاده شده که روش تعیین این استانداردها بر اساس تجارب گذشته (ناشی از شرایط کار) و نیز امکانات موجود در بازارهای داخلی می‌باشد.

شکل ۱- دروگر نیشکر ساخت شرکت آستافت استرالیا از سری ۷۰۰۰ Austoft

در مجموع برای ساخت کل سیستم وایرینگ مورد نیاز یک دستگاه دروگر، از ۱۶ رنگ سیم، و در سایزبندی‌های مختلف شامل ۱/۵، ۲/۵، ۴، ۶ و ۸ میلی‌متر استفاده شد. استفاده از هر یک از این سیم‌ها و ساخت یک مجموعه بستگی کامل به محل کاربرد آن سیستم وایرینگ در ساختار دروگر دارد. در این تحقیق سیستم وایرینگ برای چهار قسمت اصلی دستگاه، شامل، بوم، پنل، رابط زیر کابین و موتور دروگر ساخته و نصب شد. جدول۱ مشخصات سیم‌های مورد استفاده برای ساخت سیستم وایرینگ در بخش‌های مختلف دروگر را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات سیم‌های مورد استفاده در ساخت وایرینگ برای بخش‌های مختلف دروگر

محل نصب سیستم وایرینگ	تعداد رشته سیم مورد استفاده	قطر سیم های مورد استفاده(میلی متر)	حداکثر طول سیم (متر)
بوم	۱۴	۲/۵ -۱/۵	۱۱
پنل	۲۲	۲/۱-۵/۵	۷/۵
رابط زیرکابین	۷	۲/۱-۵/۵	
موتور	۱۹	۲-۶/۱-۵/۵	۶/۵

برای ساخت این سیستم از سرسیم‌هایی با ویژگی‌های متفاوت استفاده شد. به طور کلی سرسیم‌های مورد استفاده در هر چهار سیستم وایرینگ مورد مطالعه، از دو جنس برنجی و آلومینیومی بودند. انتخاب هر یک با توجه به نوع و جنس سر سیم‌ها برای بخش‌های مختلف متفاوت بود. همانطور که اشاره شد، کاهش زمان تعمیرات و توقف دستگاه، می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل توجهی شود. از این رو با توجه به این که در هر بنگاه اقتصادی هدف اصلی، افزایش راندمان با حداقل هزینه‌ها می‌باشد لذا در این طرح، به منظور به حداقل رساندن ساعات توقف و هزینه تعمیرات در طراحی سیستم وایرینگ تغییراتی نسبت به سیستم‌های مشابه انجام شد یکی از این موارد تعبیه سیم‌های اضافی و کمکی در هر دسته از سیم‌های بخش‌های مختلف دروگر و دیگری مجزا و مستقل کردن سیستم وایرینگ دربخش‌های مختلف بود. نوع سیستم وایرینگ در بخش‌های مختلف یک دروگر، بسته به عوامل متعددی از جمله میزان لرزش دستگاه، طول مسیر، دما، رطوبت و .. متفاوت بوده و بنابراین لازم است از تکنیک‌های مختلفی به منظور ساخت آن استفاده شود. تکنیک‌های مورد استفاده برای ساخت سیستم وایرینگ در چهار بخش مورد مطالعه به تفکیک در ادامه آمده است:

بوم

با توجه به این که طول وایرینگ بوم در این نوع دروگر در حدود ۹ متر می‌باشد، موضوع تنش و لرزش در سیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور کاهش اثر تنش در این قسمت، از تکنیک پیچش دسته سیم‌ها (هر دو متر، چهار دور) استفاده شد. در این بخش، بدلیل این که توان مصرف‌کننده‌ها نسبت به قسمت موتور کمتر است، از این رو از سرسیم‌های ظریف‌تر مانند (مادگی با نمره ۱/۵) و از جنس برنج استفاده شد. شکل۲ نمونه ساخته شده از وایرینگ بوم دروگر نیشکر را نشان می‌دهد.

شکل ۲- نمونه ساخته شده وایرینگ بوم

موتور

از آنجا که موتور بخشی است که مدام تحت تاثیر دمای بالا و از طرفی، رطوبت (در هنگام شستشو) قرار دارد، از این رو ایجاد یک عایق دما و رطوبت در سیستم وایرینگ آن از اهمیت ویژه برخوردار خواهد بود. به این منظور از عایق ویژه‌ای از جنس وارنیش استفاده شد که علاوه بر مقاومت در برابر دمای بالای موتور در هنگام کار، بدلیل این که موتور به طور مداوم هنگام شستشو در معرض رطوبت قرار می‌گیرد، به عنوان عایق مناسبی برای رطوبت نیز عمل می‌کند. علاوه بر آنچه ذکر شد، در وایرینگ موتور، کل سیستم وایرینگ به همراه عایق وارنیش، در خرطومی‌هایی از نوع خودرویی قرار داده شد (با توجه به ضخامت بیشتر خرطومی خودرویی نسبت به انواع ساختمانی آن) هدف از این کار، در بر گرفتن کل سیستم وایرینگ و حفاظت از مجموعه سیم‌ها در برابر ساییدگی بر اثر لرزش موتور است. همچنین با توجه به توان بالای مصرف‌کننده‌ها و به علت عبور جریان بیشتر، از سرسیم‌های شماره بالاتر (شماره ۶ و ۸) استفاده شد (شکل ۴).

شکل ۴- نمونه ساخته شده وایرینگ موتور هاروستر

رابط زیرکابین و پنل

با توجه به طول کم مورد نیاز برای سیستم وایرینگ در این دو بخش از تکنیک پیچشی با تعداد دور کمتر استفاده شد به طور کلی هر چه طول یک سیستم وایرینگ بیشتر باشد، اهمیت تکنیک بکار برده شده و تعداد دور پیچش بیشتر خواهد بود. از آنجا که این دو بخش نیز

شکل ۳- وایرینگ بوم

همانند موتور در معرض لرزش قرار دارد، لذا برای محافظت از سایش سیستم وایرینگ آنها نیز از خرطومی استفاده شد. از طرفی بدلیل این که دو بخش مورد نظر بر خلاف موتور در معرض تنش‌های دما و رطوبتی قرار نداشت، نیازی به استفاده از عایق‌بندی وارنیش نبود. در قسمت پنل از آنجا که دستورات مختلفی برای بخش‌های متعدد دستگاه ارسال می‌شود، از این رو نیاز به ترکیبی از سرسیم‌های نمره پایین و نمره بالا بود. در زیرکابین‌ها با توجه به ماهیت عملکرد آن، همانند موتور از سرسیم‌های نمره بالا استفاده شد (شکل ۵).

شکل ۵- سیستم وایرینگ زیر کابین

نتایج

به طور کلی نتایج بررسی ابعاد مختلف این تحقیق از خرید مواد اولیه تا عملکرد دروگر نشان داد که سیستم ساخته شده علاوه بر کاهش هزینه‌های خرید، تعمیرات و تعویض قطعات، منجر به عملکرد بالای دستگاه‌های دروگر نیشکر در هنگام عملیات برداشت می‌شود جدول ۲ مقایسه پارامترهای ذکر شده در دو سال ۹۶ (وایرینگ قدیمی) و ۹۷ (پس از نصب وایرینگ ساخته شده) در دروگرهای نیشکر در شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی نشان می‌دهد.

جدول ۲- اثر نصب سیستم وایرینگ ساخته شده برمیزان تعمیرات و تعویض قطعات

پارامترها	سال بهره برداری		میزان کاهش در سال مورد مطالعه
	۱۳۹۶	۱۳۹۷	
تعداد قطعه تعویض شده	۵۷۹	۱۸۳	۶۸.۴
نفر ساعت تعمیرات انجام شده	۱۶۰۰	۴۵۰	۶۷.۸
آتش سوزی دستگاه ناشی از اختلال در سیستم وایرینگ (تعداد)	۱۲	۳	۷۵
ساعت توقف دروگر ناشی از مشکلات برقی	۵۸	۳	۹۴.۸
کل هزینه تعمیرات، توقفات و تامین قطعات(ریال)	۲۲۰۷۹۱۴۶۲۸	۴۸۹۶۲۹۷۰۷	۷۷.۸

* موارد آتش سوزی ها در سال ۹۷، عمدتاً ناشی از خطای انسانی بود.

علاوه بر این سیستم ساخته شده در مقایسه با انواع موجود در بازار داخلی ضمن برخورداری از قیمت تمام شده کمتر، دارای برخی مزایا است که در جدول ۳، آمده است. با توجه به این نکته که در وایرینگ‌های موجود در بازار داخلی از عایق‌بندی‌های مقاوم در برابر حرارت و رطوبت استفاده نشده که این خود نیز باعث ضعف وایرینگ در برابر عوامل محیطی و کاهش طول عمر آن می‌گردد، در بسیاری از موارد مشاهده شده که وجود سیم‌های زاپاس[1] می‌تواند در مواقع قطعی مدار درکوتاه نمودن زمان تعمیر و رفع ایراد بسیار کارآمد باشد. مزیت وجود سیم‌های زاپاس به این علت است که جهت رفع اتصال به وجود آمده دریکی از سیم‌ها دیگر نیاز به شکافتن کل وایرینگ نمی‌باشد و تعمیر در کوتاه‌ترین زمان انجام می‌پذیرد که این امر باعث افزایش راندمان دستگاه نیز می‌شود. بخش مهمی از ایرادات و وقوع اتصالی‌ها در مدارهای الکتریکی که منجر به معیوب شدن قطعه الکتریکی نیز می‌شود به سبب قطعی و اتصالی در مدار فرمان (سیستم وایرینگ)می‌باشد. از طرفی به دلیل مشکلات اجرایی در بسیاری از موارد، شناسایی نقطه قطع مدار نیاز به صرف زمان طولانی دارد، در بسیاری از موارد مشاهده می‌شود نفوذ آب در ساختار داخلی وایرینگ عملاً باعث معیوب شدن مدار الکتریکی می‌شود و برای رفع اشکال نیاز است کل سیم از نقطه فرمان در کابین تا محل عملگر[2] تعویض شود که این امر باعث صرف زمان زیاد و توقف طولانی مدت دستگاه دروگر می‌شود. در این طرح، به منظور رفع این مشکل و افزایش سرعت و سهولت شناسایی نقطه اتصالی، و همچنین کاهش زمان تعمیرات و در نتیجه به حداقل رساندن زمان توقف یک دروگر، سیستم وایرینگ بخش‌های مختلف به صورت مستقل طراحی شد، که نتایج به صورت کاهش تعمیرات و زمان توقف دستگاه دروگر، در جدول۳ نشان داده شده است:

جدول ۳- مقایسه وایرینگ ساخته شده داخل با وایرینگ‌های موجود در بازار داخلی (قیمت‌ها بر اساس سال ۹۷ بیان شده است)

شرح	وایرینگ ساخته‌شده داخل	وایرینگ موجود در بازار ایران
قیمت تمام‌شده وایرینگ کامل دروگر نیشکر	حدود ۶ میلیون تومان	حدود ۲۴ میلیون تومان (حدود۴۱۴/۰۰۰/۰۰۰تومان صرفه‌جویی) به ازای ۲۳ دستگاه
عایق مقاوم در برابر حرارت و رطوبت	دارد	ندارد
استفاده از سیم‌های خودرویی	دارد	ندارد
کیفیت و نوع مس سیم‌های بکار رفته	خوب	ضعیف
آب‌بندی سوکت های رابط	خیلی خوب	خوب
جعبه محافظ و ایزوله کانکتور های بوم	دارد	ندارد
امکان تست سریع سیگنال‌های دستوری	دارد	ندارد
استفاده از رنگ‌بندی مناسب به همراه کدهای تعریف‌شده	عالی	متوسط
استفاده از تکنیک‌های جدید جهت جلوگیری از واردشده تنش بیش‌ازاندازه به سیم بوم	دارد	ندارد
سیم زاپاس	دارد	ندارد
سیم روشنایی چراغ موتور	دارد	ندارد
امکان اضافه نمودن آیتم‌های ایمنی بیشتر	دارد	ندارد
سامانه هشدار درگیر ماندن استارت موتور	دارد	ندارد

۱- سیم‌های اضافه و غیرفعال ۲- ادوات

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط اقتصادی حاضر و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها، بومی‌سازی ساخت سیستم وایرینگ در صنایع نیشکر، علاوه بر صرفه‌جویی قابل توجه در هزینه خرید وایرینگ دروگرها، با حذف معایب نمونه‌های پیشین و سایر انواع موجود در بازار، باعث افزایش راندمان عملیات برداشت از طریق به حداقل رساندن توقفات دروگرها ناشی از مشکلات سیستم برقی، به حداقل رساندن مدت زمان لازم برای تعمیر دستگاه و نیز تعداد تعمیرات می‌شود.

منابع

[۱]ح.، ذکی دیزجی، ن.، منجزی، ۱۳۹۷. ارائه مدل شبکه‌ای برای مدیریت زمانی تعمیرات اساسی دروگر نیشکر، نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۸، شماره ۲، نیمسال دوم، ص ۴۱۲.۴۰۳.

[2] AC Lynn Zelmer Series Editor, 2006, Mechanical Sugarcan Harvesters, CaneSiG:http:/www.zelmerz.com/canesig

[3] G., Karengula, S., Jinukala, M. Nenavath, H., Ramineni, M., Durgam, A., Bestha and Ch., Sravan kumar, 2018. Performance Evaluation of Mechanical and Manual Harvesting of Sugarcane, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN: 2319.7706 Volume 7 Number 02 Journal homepage: http://www.ijcmas.com

[4] P. Najafi1, A. Marzban, M. A. Hormozi, 2015. Major causes of failure during harvesting in sugarcane chopper harvester machine. Agric Eng Int: CIGR Journal Open access at http://www.cigrjournal.org, Vol. 17, No. 4.

[5] A., Omrani, M. J. Sheikhdavoodi, and M. Shomeili, 2012. Influence of Meteorological Parameters on Suitable Workdays and Timeliness Cost in Sugarcane Harvesting Operation. Journal of Life Science and Biomedicine 2 (6): 274.277.

عنوان مقاله:

بررسی عوامل موثر بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی

Investigating the Affecting Factors of the Electrical Conductivity on Karoon River Water Using the Principal Component Analysis

نویسنده مسئول: بهنام کرمی چنسی نژاد
دکتری تخصصی علوم محیط زیست
موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی استان خوزستان
EMAIL: karamibehnam@yahoo.com

چکیده

یکی از پارامترهای تاثیرگذار بر کیفیت آب هدایت الکتریکی می‌باشد. این پارامتر بیانگر میزان نمک‌های موجود در آب بوده و در واقع معرف قدرت یونی یک محلول برای انتقال جریان الکتریسیته است. مقدار هدایت الکتریکی در کشاورزی، صنعت و شرب بسیار مهم می‌باشد. علاوه بر مقدار آن دانستن این که مقدار آن تحت تاثیر کدام آنیون‌ها یا کاتیون بوده از اهمیت خاصی برخوردار است. بر این اساس و با توجه به اهمیت هدایت الکتریکی در این مقاله عوامل موثر بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون به عنوان منبع اصلی تامین آب استان خوزستان با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از داده‌های کیفی آب رودخانه کارون در ایستگاه‌های ملاثانی، اهواز، فارسیات و دارخوین در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۶۲استفاده گردید. در ایستگاه ملاثانی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر دما و یون‌های سدیم و کلر و در سه ایستگاه اهواز، فارسیات و دارخوین سه پارامتر سدیم، کلر و سولفات بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است. درصد واریانس عامل‌های تاثیرگذار در این تحقیق بیش از ۸۵ درصد به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: تحلیل مولفه‌های اصلی، رودخانه کارون، هدایت الکتریکی

ABSTRACT

Many parameters affect water quality; one of them is electrical conductivity. This parameter shows the amount of salts dissolved in the water and the ionic strength of a solution in transmitting electricity through itself. The amount of electrical conductivity has significant importance in agriculture, industries, and drinking. In addition to its importance, knowing with anions or cations are affected also have major value. This paper, with looking at the before mentioned fact and the importance of electrical conductivity, the factors affecting the electrical conductivity of the Karoon river water, as the main source of water supply in Khuzestan province, and by analyzing of the main components, were studied. For this study, the qualitative data of Karoon river water in the stations of Molasani, Ahvaz, Farsiat, and Darkhovin in the time of 1993 to 2018 were used. The results of the component analysis showed that in the Molasani station, the temperature, sodium, and chloride ions had the most effect on electrical conductivity. In the other three stations (Ahvaz, Farsiat, and Darkhovin), the ions of sodium, chlorine, and sulfate had the most effect on electrical conductivity. The percentage of the variance of the influential factors in this study was more than 85%.

KEYWORDS: Analysis of the main components, Karoon River, Electrical Conductivity

مقدمه

امروزه آب و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌روند. رودخانه‌ها یکی از منابع تامین کننده آب مورد نیاز بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شهری می‌باشند که علاوه بر کمیت و میزان آورد، کیفیت آن‌ها نیز حائز اهمیت می‌باشد. استان خوزستان با دارا بودن پنج رودخانه کارون، دز، کرخه، جراحی و زهره بخش عمده نیاز آبی خود را از آب‌های سطحی تامین می‌نماید. در این میان رودخانه کارون از پرآب‌ترین رودخانه‌های کشور محسوب می‌گردد که در مسیر خود آب مورد نیاز شرب ده‌ها شهر و روستا هم‌چنین هزاران هکتار اراضی کشاورزی، چندین طرح پرورش ماهی و کارخانه‌های صنعتی را تامین می‌نماید. کاهش آبدهی رودخانه در مسیر خود بر اثر برداشت‌های روزافزون آب از یک سو و تخلیه پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی درون آن از سوی دیگر وضعیت کیفی آب رودخانه را به لحاظ محیط‌زیستی در وضع موجود به مخاطره افکنده است. لذا بررسی وضعیت کیفی آن حائز اهمیت می‌باشد. در این میان هدایت الکتریکی از پارامترهای مهم کیفی آب بوده که نقش تعیین‌کننده‌ای در کشاورزی، صنعت و شرب ایفا می‌کند. تکنیک‌ها و روش‌های متعددی برای بررسی وضعیت کیفی آب وجود دارد، استفاده از شاخص‌های کیفی آب، روش‌های آماری مانند تحلیل‌های چند متغیره، تحلیل مولفه‌های اصلی، رگرسیون‌های خطی و غیرخطی و مدل‌های ریاضی مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت تصمیم‌گیری و .... تحقیقاتی نیز در این خصوص انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

وگا و همکاران (۱۹۹۸) در ارزیابی تغییرات فصلی و اثرات آلوده کننده کیفیت آب رودخانه پیزورگا اسپانیا با استفاده از آنالیزهای آماری، متغیرهای فیزیکوشیمیایی آب را در طول دو سال و نیم از سه ایستگاه مورد بررسی قرار دادند. در این مدت نتایج نشان دادند که مقدار ماده معدنی، آلودگی انسانی و درجه حرارت کاهش یافته است. آلبرتو و همکاران (۲۰۰۰) برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی رودخانه سوکویا آرژانتین داده‌های مربوط به ۲۲ پارامتر رودخانه را در طول دو سال با روش‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که CA، نتایج خوب اما با جزییات کمی درباره تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب ارائه می‌دهد، هم‌چنین PCA به ۱۳ پارامتر نیاز دارد تا ۷۱ درصد تغییرات مکانی و زمانی را نشان دهد. سیونوف و همکاران (۲۰۰۳) به منظور ارزیابی کیفیت آب سطحی در شمال یونان داده‌های ۲۷ پارامتر مربوط به پنج رودخانه را همراه با آبراهه‌ها و شاخه‌های آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری CA و PCA بررسی کردند. روش CA براساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی و سطح آلودگی، کیفیت آب را در چهار گروه طبقه‌بندی کرد. هم‌چنین مطالعه مذکور ضرورت و مفید بودن بررسی‌های آماری چندمتغیره را به منظور دست‌یابی به اطلاعات بهتری درباره کیفیت آب سطحی، طراحی نمونه‌برداری، مدیریت و کنترل موثر آلودگی آب سطحی را نشان داد. رزمخواه و همکاران (۲۰۱۰) برای ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی آب رودخانه جاجرود نمونه‌های آب را در یک دوره سه ساله برای هر ماه در ۱۸ ایستگاه با آنالیزهای آماری CA و PCA بررسی کردند. CA و PCA به نتایج یکسانی منجر شد. نتایج نشان داد که PCA می‌تواند به طور تقریبی تغییرات زمانی و مکانی را نشان دهد. فان و همکاران (۲۰۱۰) آنالیزهای آماری CA و PCA را برای مشخص کردن خصوصیات آب و ارزیابی الگوی مکانی کیفیت آب استفاده کردند. PCA به‌ترتیب ۸۵/۲۵ و ۸۹/۲۵ درصد کل واریانس داده‌های شمال و غرب رودخانه را نشان داد. CA نیز ایستگاه‌های شمال، شرق و غرب رودخانه را براساس شدت آلودگی به ترتیب به ۴، ۳ و ۴ خوشه دسته‌بندی کرد. در تحقیقی شینی دشتگل و همکاران (۱۳۹۲) تغییرات فاکتورهای شیمیایی آب رودخانه کارون در محل ایستگاه پمپاژ کشت و صنعت امیرکبیر پرداختند. نتایج نشان دادند که بالاترین ضریب همبستگی بین هدایت الکتریکی و سدیم (۰/۹۶) و بین هدایت الکتریکی و کلر (۰/۹۳) می‌باشد. بالا بودن این ضرایب بیانگر این مطلب است که قابلیت هدایت الکتریکی آب در محدوده مورد مطالعه مربوط به یون‌های سدیم و کلر می‌باشد.

در این تحقیق با توجه به اهمیت رودخانه‌های استان خوزستان در تامین آب کشاورزی، صنعت و شرب و اهمیت پارامترهای کمی و کیفی آب و نقش آن‌ها در تغییرات کیفی آب، از روش آنالیز مولفه‌های اصلی جهت بررسی کیفی آن استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

موقعیت و محدوده مورد مطالعه

رودخانه کارون یکی از پرآب‌ترین و طویل‌ترین رودخانه‌های ایران بوده و رواناب مناطق وسیعی از کشور را جمع‌آوری نموده و به خلیج‌فارس می‌رساند. سرچشمه اولیه آن در کوه‌های زاگرس مرکزی و کوه‌های

زردکوه بختیاری قرار دارد. رودخانه از دره‌های تنگ و عمیق در سرچشمه تا بستر پهن و گسترده در جلگه خوزستان جریان یافته و پس از عبور از خرمشهر و آبادان از طریق شاخه‌های بهمنشیر و اروندرود به خلیج‌فارس می‌ریزد. طول رودخانه کارون حدود ۸۹۰ کیلومتر و حوضه آبریز آن منطقه ای حدود ۶۲۵۷۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود. پهنا و عمق رودخانه کارون در طول مسیر متفاوت است. پهنای این رودخانه در قسمت کوهستانی کم و حدود ۴۰-۲۵ متر و در دشت بالادست شهر اهواز ۴۰۰-۲۵۰ متر و نیز در اطراف خرمشهر از ۳۵۰ تا ۷۰۰ متر تغییر می‌نماید. عمق کارون در قسمت کوهستانی حدود ۵-۴ متر و در اطراف اهواز به ۷-۵ متر می‌رسد. با توجه به پتانسیل این رودخانه جهت ایجاد سدهای مخزنی بزرگ و بهره‌برداری از آن جهت مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب مطالعه و بررسی کمی و کیفی با توجه به ورود پساب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری گوناگون حائز اهمیت می‌باشد (حسینی زارع، ۱۳۸۱). با توجه به اهمیت هدایت الکتریکی آب در این مقاله پارامترهای کیفی تاثیرگذار بر هدایت الکتریکی در چهار ایستگاه ملاثانی، اهواز، فارسیات و دارخوین از ایستگاه‌های اندازه‌گیری مسیر رودخانه کارون در بازه زمانی۱۳۹۷-۱۳۶۲ با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی مورد بررسی قرار گرفت.

مشخصات این ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه همچنین موقعیت این ایستگاه‌ها در شکل (۱) نشان داده شده‌اند.

جدول۱- مشخصات ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه کارون

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
ملاثانی	۴۸°۵۲'۴۰''	۳۱°۳۵'۰۱''	۱۷
اهواز	۴۸°۴۱'۴۱''	۳۱°۲۰'۱۶''	۱۶
فارسیات	۴۸°۳۰'۴۸''	۳۱°۱۰'۴۸''	۱۰
دارخوین	۴۸°۲۵'۳۸''	۳۰°۴۵'۰۱''	۷

شکل۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)

همان‌طورکه قبلا گفته شد، هدف اصلی این پژوهش بررسی پارامترهای تاثیرگذار بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون می‌باشد. تحلیل مولفه‌های اصلی تبدیلی در فضای برداری است، که بیشتر برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی در سال ۱۹۰۱ توسط پیرسون ارائه شد. این تحلیل شامل تجزیه مقدارهای ویژه ماتریس کواریانس می‌باشد. یکی از کاربردهای اصلی PCA در عملیات کاهش ویژگی است. PCA می‌تواند مولفه‌های اصلی را شناسایی کند تا به جای این‌که تمامی ویژگی‌ها را مورد بررسی قرار گیرد یک سری ویژگی‌هایی را که ارزش بیشتری دارند، تحلیل شوند. در واقع PCA آن ویژگی‌هایی را که ارزش بیشتری دارند را استخراج می‌کند. تحلیل مولفه‌های اصلی یکی از روش‌های آماری چندمتغیره می‌باشد. می‌توان از تحلیل مولفه‌های اصلی هنگامی که حجم وسیعی از اطلاعات در اختیار است، برای کاهش پیچیدگی متغیرهای ورودی استفاده کرد (کامدویرن، ۲۰۰۵). تحلیل مولفه‌های اصلی متغیرهای ورودی را به مولفه‌های اصلی که ترکیب مستقل و خطی از متغیرهای

ورودی هستند تغییر می‌دهد (لیو و همکاران، ۲۰۰۳). به‌جای استفاده مستقیم از متغیرهای ورودی، می‌توان آن‌ها را به مولفه‌های اصلی تبدیل و سپس از آن‌ها همانند متغیرهای ورودی استفاده کرد. در این روش، اطلاعات متغیرهای ورودی با حداقل تلفات در مولفه‌های اصلی ارائه خواهد شد (هلنا و همکاران، ۲۰۰۰).

در این روش کاهش ابعاد بردار ورودی انجام گرفته که می‌تواند مفید باشد. به‌طورکلی این تکنیک سه تاثیر دارد، که عبارتند از:

- اجزای بردار ورودی را متعامد می‌کند، بنابراین آن‌ها با هم‌دیگر مرتبط نخواهند بود.
- اجزای متعامد نتیجه را مرتب می‌کند، بنابراین بیش‌ترین تغییر اول می‌آید.
- اجزایی را که در کم‌ترین تغییر در مجموعه داده‌ها نقش دارند را حذف می‌کند.

در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS برای تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده شد. مراحل تحلیل به شرح زیر است.

گام اول: محاسبه‌ی بردار میانگین

$$m = \frac{1}{nTr}\sum_{i=1}^{nTr} p_i \qquad (۱)$$

که در این رابطه $p_i=[p_1 \ldots p_d]^t$ نمونه‌های آزمایشی با d بعد و nTr تعداد کل نمونه‌های آزمایشی می‌باشد.

گام دوم: محاسبه‌ی ماتریس کوواریانس

$$\sum = \sum_{i=1}^{nTr}(p_i - m)(p_i - m)^t \qquad (۲)$$

که در این رابطه $\sum$ یک ماتریس با ابعاد d× d می‌باشد.

گام سوم: تعیین مقادیر ویژه و بردار ویژه از ماتریس کوواریانس با حل رابطه‌ی زیر:

$$\sum x = \lambda x \qquad (۳)$$

که می‌توان این رابطه را به صورت رابطه زیر بازنویسی کرد:

$$(\sum - \lambda I)x = 0 \qquad (۴)$$

در این رابطه I ماتریس یکه و ۰ بردار صفر می‌باشد. بردارهای x=ei و $\lambda=\lambda_i$ به‌ترتیب بردارهای ویژه و مقادیر ویژه هستند. بردارهای ویژه $\{e_1, e_2, \ldots\ldots, e_d\}$ دارای مقادیر ویژه $\{\lambda_1, \lambda_2, \ldots. \lambda_d\}$ هستند که این مقادیر ویژه از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند. بردار ویژه‌ای که بیش‌ترین مقدار ویژه را دارا باشد، نشان‌دهنده‌ی مولفه‌ی اصلی مجموعه داده‌ها می‌باشد.

گام چهارم: ایجاد ماتریس A با ابعاد d×k که ستون‌های آن شامل k بردار ویژه می‌باشند که بزرگ‌ترین مقادیر ویژه را دارا هستند.

$$A = [e_1, e_2, \ldots. e_k] \qquad (۵)$$

گام پنجم: نمایش داده‌های اصلی از طریق طرح‌ریزی داده‌ها در یک فضای k بعدی براساس رابطه زیر:

$$p' = A^t(p - m) \qquad (۶)$$

که در این رابطه $p'=[p'_1 \ldots p'_k]^T$، بردار مشخصه‌ی فرایند PCA می‌باشد (پیرسون، ۱ ۹۰۱ و لین و هسیه، ۲۰۰۹).

هم‌چنین به منظور تحلیل مولفه‌های اصلی از شاخص KMO که از فرمول زیر محاسبه می‌شود، استفاده خواهد شد. این شاخص بعد از تحلیل پارامترها توسط نرم‌افزار SPSS تعیین شده و کارایی آن جهت تعیین تناسب داده‌ها جهت تحلیل عاملی از جدول استاندارد زیر مشخص می‌گردد (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹).

$$KMO = \frac{\sum\sum r_{ij}^2}{\sum\sum r_{ij}^2 + \sum\sum a_{ij}^2} \qquad (۷)$$

که در آن، r_{ij} ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای i و j و a_{ij} ضریب همبستگی جزئی بین آن‌ها است (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹).

جدول ۲: قضاوت در مورد ضریب KMO (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹)

مقدار KMO	تناسب داده برای تحلیل عاملی
≥۰/۹۰	عالی
۰/۸ -۰/۸۹	خیلی خوب
۰/۷ -۰/۷۹	خوب
۰/۶ -۰/۶۹	متوسط
۰/۵ – ۰/۵۹	ضعیف
<۰/۵۰	غیرقابل پذیرش

علاوه بر ضریب KMO از آزمون بارتلت نیز جهت تحلیل مولفه‌های اساسی استفاده می‌شود. برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی باید از آزمون کرویت بارتلت براساس فرمول زیر استفاده کرد (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹):

$$\chi^2 = -(n - 1 - \frac{2p+5}{6})\ln|R| \qquad (۸)$$

که در آن n: معرف تعداد آزمودنی‌ها، p : تعداد متغیرها، $|R|$:قدرمطلق دترمینان ماتریس همبستگی است. که دارای توزیع مربع کای با ۰/۵p(p-۱) درجه آزادی است. مقدار اطلاعات موجود در $|R|$ را با بررسی رابطه بین تعداد مشاهده‌ها و تعداد متغیرها ارزشیابی می‌کند و احتمال خطا را برای رد کردن فرضیه صفر عدم وجود تفاوت از ماتریس همانی می‌آزماید.

نتایج

همان‌طور که قبلا ذکر شد، هدف اصلی پژوهش حاضر تعیین پارامترهای اثرگذار بر هدایت الکتریکی آب رودخانه کارون می‌باشد. بدین منظور داده‌های مربوط به دبی، دما، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کدورت، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۷ ایستگاه‌های مورد مطالعه اخذ شده از سازمان آب و برق خوزستان به روش تحلیل مولفه‌های اساسی (PCA) مورد بررسی قرار گرفتند. که در ادامه نتایج مربوط به ایستگاه‌های مورد مطالعه ارائه می‌شود.

- ایستگاه ملاثانی

نتایج ماتریس همبستگی بین پارامترهای آب در ایستگاه ملاثانی در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول۳- ماتریس همبستگی بین پارامترها کیفی و کمی آب (ایستگاه ملاثانی)

Parameter	Q	Temp	EC	pH	Tur	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
Q	۱.۰۰۰	.۰۳۱	-.۰۱۶	-.۱۲۲	.۰۹۶	.۰۷۳	.۰۵۷	-.۰۳۴	-.۰۲۶	.۲۸۷	-.۰۳۱	-.۰۷۷
Temp	.۰۳۱	۱.۰۰۰	.۲۷۰	.۱۵۷	.۷۷۸	-.۱۶۴	.۲۵۲	.۹۳۴	.۷۰۱	.۶۸۱	.۹۴۶	.۴۲۹
EC	.۰۱۶	.۲۷۰	۱.۰۰۰	-.۲۸۰	-.۲۶۷	.۲۹۸	.۲۸۷	.۲۱۵	.۴۲۶	.۰۱۶	.۲۱۳	.۳۳۱
pH	-.۱۲۲	.۱۵۷	-.۲۸۰	۱.۰۰۰	.۴۵۷	-.۰۳۶	-.۰۲۷	-.۰۱۰	.۶۳۲	.۰۴۵	.۰۰۲	.۵۴۶
Tur	.۰۹۶	.۷۷۸	-.۲۶۷	.۴۵۷	۱.۰۰۰	-.۱۲۸	.۲۰۰	.۵۳۹	.۸۵۰	.۷۰۲	.۶۲۸	.۵۰۵
SO_4^{2-}	.۰۷۳	-.۱۶۴	.۲۹۸	-.۰۳۶	-.۱۲۸	۱.۰۰۰	-.۲۸۸	-.۱۶۰	-.۱۹۱	.۰۰۴	-.۱۵۸	-.۰۶۵
HCO_3^-	.۰۵۷	.۲۵۲	.۲۸۷	-.۰۲۷	.۲۰۰	-.۲۸۸	۱.۰۰۰	.۱۷۰	.۲۷۳	.۲۰۸	.۲۲۳	.۱۸۵
Cl^-	-.۰۳۴	.۹۳۴	.۲۱۵	-.۰۱۰	.۵۳۹	-.۱۶۰	.۱۷۰	۱.۰۰۰	.۴۹۷	.۵۴۴	.۹۷۴	.۲۸۸
Ca^{2+}	-.۰۲۶	.۷۰۱	.۴۲۶	.۶۳۲	.۸۵۰	-.۱۹۱	.۲۷۳	.۴۹۷	۱.۰۰۰	.۳۴۳	.۵۱۷	.۵۶۷
Mg^{2+}	.۲۸۷	.۶۸۱	.۰۱۶	.۰۴۵	.۷۰۲	.۰۰۴	.۲۰۸	.۵۴۴	.۳۴۳	۱.۰۰۰	.۵۸۹	.۲۵۴
Na^+	-.۰۳۱	.۹۴۶	.۲۱۳	.۰۰۲	.۶۲۸	-.۱۵۸	.۲۲۳	.۹۷۴	.۵۱۷	.۵۸۹	۱.۰۰۰	.۲۹۹
K^+	-.۰۷۷	.۴۲۹	.۳۳۱	.۵۴۶	.۵۰۵	-.۰۶۵	.۱۸۵	.۲۸۸	.۵۶۷	.۲۵۴	.۲۹۹	۱.۰۰۰

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بین پارامترهای مورد مطالعه همبستگی مثبت و منفی وجود دارد. مطابق جدول (۳) بین دبی و هدایت الکتریکی، pH، یون‌های کلر، کلسیم، سدیم و پتاسیم همبستگی منفی وجود دارد. همبستگی بین دما و یون سولفات نیز منفی می‌باشد. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و pH و کدورت از یک سو و بین pH و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر از سوی دیگر همبستگی منفی وجود دارد. کدورت و سولفات نیز همبستگی منفی و سولفات با دبی، هدایت الکتریکی و منیزیم همبستگی مثبت نشان دادند. این بدان معنا است که در فضایی که مطالعه و بررسی انجام شده، افزایش یک پارامتر با کاهش پارامتر دیگر و کاهش آن پارامتر با افزایش پارامتر دیگر همراه است. سایر پارامترها با یکدیگر همبستگی مثبت دارند، بدین معنی که افزایش یک پارامتر با افزایش پارامتر دیگر و نیز کاهش آن پارامتر با کاهش پارامتر دیگر همراه است. هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دبی، دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

به منظور بررسی بیشتر ضریب KMO و آزمون بارتلت نیز انجام گرفت. جدول (۴) نتایج را نشان می‌دهد.

جدول ۴- آزمون KMO و بارتلت (ایستگاه ملاثانی)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		۰/۷۶۰
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۲۷۲.۶۸۶
	df	۶۶
	Sig.	۰۰۰

مقدار این شاخص برای داده‌ها مورد مطالعه ۰/۷۶۰ به‌دست آمد. جهت تحلیل این شاخص از جدول (۲) استاندارد KMO استفاده گردید. مقایسه مقدار به‌دست آمده با مقادیر جدول استاندارد نشان داد که همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشد. آزمون بارتلت این فرضیه را که ماتریس همبستگی‌های مشاهده شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته است، می‌آزماید. برای آن‌که یک مدل عاملی مفید و دارای معنا باشد، لازم است متغیرها همبسته باشند، در غیر این صورت دلیلی برای تبیین مدل عاملی وجود ندارد. اگر فرضیه متغیرها با هم رابطه ندارند، رد نشود، کاربرد تحلیل عاملی زیر سوال خواهد رفت، بنابراین باید در آن تجدید نظر کرد. مربع کای معنی‌دار بیان‌گر حداقل شرایط لازم برای اجرای تحلیل عاملی است. آزمون بارتلت در ایستگاه مورد مطالعه معنی‌دار است و به این مفهوم که فرض مخالف تایید می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. به‌طورکلی نتایج نشان‌دهنده همبستگی مناسب بین پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد. جدول (۵) میزان مشارکت متغیرها یا واریانس کل با میزان اشتراک عاملی متغیرها را در ایستگاه ملاثانی نشان می‌دهد.

جدول ۵- میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل‌ها برای متغیرهای مورد مطالعه (ایستگاه ملاثانی)

	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Q	۱.۰۰۰	.۸۲۵	HCO_3^-	۱.۰۰۰	۶۰۲
Temp	۱.۰۰۰	.۹۸۲	Cl^-	۱.۰۰۰	.۹۲۶
EC	۱.۰۰۰	.۵۶۵	Ca^{2+}	۱.۰۰۰	.۸۵۹
pH	۱.۰۰۰	.۸۵۹	Mg^{2+}	۱.۰۰۰	.۷۷۹
Tur	۱.۰۰۰	.۸۶۶	Na^+	۱.۰۰۰	.۹۵۲
SO_4^{2-}	۱.۰۰۰	۶۱۲	K^+	۱.۰۰۰	۶۱۶
Extraction Method: Principal Component Analysis.					

این ضرایب از یک سو نشان‌دهنده توانایی عامل‌های تعیین‌شده در تبیین واریانس متغیرهای مورد مطالعه و از سویی می‌تواند برای بررسی تناسب متغیرها برای تحلیل عاملی استفاده شود.

جدول (۵) نشان می‌دهد که دما، یون سدیم و کلر به‌ترتیب ۹۸/۲، ۹۵/۲ و ۹۲/۶ بیشترین درصد واریانس امتیازات را دارا بوده و پارامترهای مذکور، واریانس عامل مشترک می‌باشند.

جدول (۶) سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد.

جدول ۶- ماتریس عاملی دوران یافته (ایستگاه ملاثانی)

Parameter	Component		
	۱	۲	۳
Q	-.۰۲۳	-.۰۷۰	.۰۰۵
Temp	.۹۳۶	.۲۸۶	.۱۵۰
EC	-.۰۵۸	-.۴۰۲	-۶۳۰
pH	-.۱۰۹	.۹۱۴	-.۰۲۴
Tur	۶۳۹	۶۲۶	.۰۷۱
SO_4^{2-}	-.۰۷۶	.۰۲۲	-.۷۶۲
HCO_3^-	.۱۴۴	.۰۲۷	.۷۲۲
Cl^-	.۹۴۵	.۰۵۸	.۱۳۰
Ca^{2+}	.۴۶۰	.۷۷۱	.۲۳۰
Mg^{2+}	.۷۱۹	.۱۰۳	-.۰۴۵
Na^+	.۹۵۹	.۰۸۵	.۱۴۲
K^+	.۲۲۶	.۷۴۳	.۱۰۷
Extraction Method: Principal Component Analysis.			

به‌طور کلی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر دما و یون‌های سدیم و کلر بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

جدول ۷- ماتریس همبستگی بین پارامترها کیفی و کمی آب (ایستگاه اهواز)

Parameter	Q	Temp	EC	pH	Tur	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
Q	۱.۰۰۰	-.۳۶۹	-.۱۴۲	.۲۵۱	.۵۳۴	-.۳۱۶	-۶۰۷	-.۳۸۷	-۶۲۳	-۶۱۳	-.۱۳۵	-۶۳۲
Temp	-.۳۶۹	۱.۰۰۰	.۰۰۹	-.۲۳۱	.۲۶۲	.۱۸۷	.۱۴۰	.۱۲۶	.۳۶۶	.۱۶۳	.۰۶۹	.۲۱۳
EC	-.۱۴۲	.۰۰۹	۱.۰۰۰	-.۰۹۷	-.۲۳۷	.۳۲۵	.۲۳۱	.۳۲۳	.۱۸۸	.۲۱۹	.۱۹۵	.۲۶۰
pH	.۲۵۱	-.۲۳۱	-.۰۹۷	۱.۰۰۰	.۱۳۸	-.۱۶۰	-.۰۹۵	-.۳۰۸	.۲۱۷	.۰۹۲	.۱۱۱	.۰۱۹
Tur	.۵۳۴	.۲۶۲	-.۲۳۷	.۱۳۸	۱.۰۰۰	.۱۴۶	.۷۱۵	.۸۱۲	۶۶۷	.۷۸۶	.۳۲۳	.۸۴۸
SO_4^{2-}	-.۳۱۶	.۱۸۷	.۳۲۵	-.۱۶۰	.۱۴۶	۱.۰۰۰	.۲۹۱	.۲۱۶	.۲۹۰	.۳۲۰	.۱۶۴	.۳۱۹
HCO_3^-	-۶۰۷	.۱۴۰	.۲۳۱	-.۰۹۵	.۷۱۵	.۲۹۱	۱.۰۰۰	۶۴۵	۶۴۵	.۹۷۳	.۲۵۴	.۹۵۸
Cl^-	-.۳۸۷	.۱۲۶	.۳۲۳	-.۳۰۸	.۸۱۲	.۲۱۶	۶۴۵	۱.۰۰۰	.۳۰۱	۶۴۲	.۲۶۳	.۷۴۶
Ca^{2+}	-۶۲۳	.۳۶۶	.۱۸۸	.۲۱۷	۶۶۷	.۲۹۰	۶۴۵	.۳۰۱	۱.۰۰۰	۶۵۷	.۲۳۰	.۷۰۲
Mg^{2+}	-۶۱۳	.۱۶۳	.۲۱۹	.۰۹۲	.۷۸۶	.۳۲۰	.۹۷۳	۶۴۲	۶۵۷	۱.۰۰۰	.۲۸۸	.۹۶۶
Na^+	-.۱۳۵	.۰۶۹	.۱۹۵	.۱۱۱	.۳۲۳	.۱۶۴	.۲۵۴	.۲۶۳	.۲۳۰	.۲۸۸	۱.۰۰۰	.۲۹۵
K^+	۱.۰۰۰	-.۳۶۹	.۱۴۲	.۲۵۱	.۵۳۴	-.۳۱۶	-۶۰۷	.۷۴۶	.۷۰۲	.۹۶۶	.۲۹۵	۱.۰۰۰

نتایج همبستگی مثبت و منفی بین پارامترهای مورد مطالعه را نشان داد. مطابق جدول (۷) بین دبی و هدایت الکتریکی، pH، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، سدیم و پتاسیم همبستگی منفی وجود دارد. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و کدورت همبستگی منفی و بین pH و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر همبستگی منفی وجود دارد. همبستگی بین سولفات با دبی و pH منفی می‌باشد. هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دبی، دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد. به منظور بررسی ضریب KMO و آزمون بارتلت نیز انجام گرفت. جدول (۸) نتایج را نشان می‌دهد.

جدول ۸- آزمون KMO و بارتلت (ایستگاه اهواز)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.۷۹۴
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۵۶۸.۳۶۴
	df	۶۶
	Sig.	۰۰۰

مقدار این شاخص برای داده‌ها مورد مطالعه ۰/۷۹۴ به‌دست آمد. مقایسه مقدار به‌دست آمده با مقادیر جدول استاندارد نشان داد که همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشد. آزمون بارتلت ایستگاه اهواز معنی‌دار است و به این مفهوم که فرض مخالف تایید می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. به‌طورکلی نتایج نشان‌دهنده همبستگی مناسب بین پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد. جدول (۹) میزان مشارکت متغیرها یا واریانس کل با میزان اشتراک عاملی متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول ۹- میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل‌ها برای متغیرهای مورد مطالعه (ایستگاه اهواز)

	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Q	۱.۰۰۰	۶۶۳	HCO_3^-	۱.۰۰۰	۶۸۱
Temp	۱.۰۰۰	.۳۶۹	Cl^-	۱.۰۰۰	.۸۵۷
EC	۱.۰۰۰	۶۷۷	Ca^{2+}	۱.۰۰۰	.۷۷۸
pH	۱.۰۰۰	۶۹۷	Mg^{2+}	۱.۰۰۰	۶۹۲
Tur	۱.۰۰۰	۶۸۱	Na^+	۱.۰۰۰	.۸۹۲
SO_4^{2-}	۱.۰۰۰	.۸۵۵	K^+	۱.۰۰۰	.۲۹۳
Extraction Method: Principal Component Analysis.					

جدول (۹) نشان می‌دهد که یون سدیم، کلر و سولفات به‌ترتیب ۸۹/۲، ۸۵/۷ و ۸۵/۵ بیشترین درصد واریانس امتیازات را دارا بوده و پارامترهای مذکور، واریانس عامل مشترک می‌باشند.

جدول (۱۰) سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد.

جدول ۱۰- ماتریس عاملی دوران یافته (ایستگاه اهواز)

Parameter	Component		
	۱	۲	۳
Q	-.۶۱۶	-.۵۲۲	-.۱۰۸
Temp	.۱۸۷	.۵۷۷	.۰۴۳
EC	-.۹۴۹	.۰۸۵	-.۸۱۰
pH	-.۱۲۰	-.۸۲۱	.۰۹۸
Tur	.۱۱۵	-.۰۲۶	.۱۳۱
SO_4^{2-}	.۸۹۵	.۳۹۷	.۷۱۷
HCO_3^-	.۰۹۷	.۱۸۰	.۱۵۴
Cl^-	.۹۱۵	-.۲۷۸	.۲۷۶
Ca^{2+}	.۷۹۰	.۴۸۱	.۱۳۲
Mg^{2+}	.۶۶۶	.۱۸۷	.۱۶۵
Na^+	.۹۱۱	-.۱۲۷	.۴۴۵
K^+	.۲۸۱	.۱۴۴	.۱۹۶
Extraction Method: Principal Component Analysis.			

به‌طور کلی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر سدیم، کلر و سولفات بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

- ایستگاه فارسیات

به منظور بررسی پارامترهای تاثیرگذار بر هدایت الکتریکی مانند دو ایستگاه قبل در ایستگاه فارسیات هم از روش تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده شد. نتایج همبستگی بین پارامترها در جدول (۱۱) ارائه شده است.

جدول ۱۱- ماتریس همبستگی بین پارامترها کیفی و کمی آب (ایستگاه فارسیات)

Parameter	Q	Temp	EC	pH	Tur	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
Q	۱.۰۰۰	-.۳۳۶	-.۶۲۰	.۱۰۷	.۱۴۲	-.۵۱۳	-.۲۷۲	-.۵۸۸	-.۳۷۳	-.۵۸۲	-.۵۹۷	-.۳۲۰
Temp	-.۳۳۶	۱.۰۰۰	.۲۰۵	.۰۴۶	.۲۰۱	.۲۰۹	.۱۸۷	.۱۵۳	.۰۴۶	.۳۴۹	.۱۸۳	-.۰۴۷
EC	-.۶۲۰	.۲۰۵	۱.۰۰۰	-.۳۰۸	-.۰۴۱	.۷۷۹	.۳۵۵	.۹۵۹	.۶۵۷	.۷۲۹	.۹۵۹	.۵۲۶
pH	.۱۰۷	.۰۴۶	-.۳۰۸	۱.۰۰۰	-.۱۲۵	-.۳۱۱	-.۱۰۹	-.۲۵۵	.۳۹۹	.۱۷۷	.۲۳۴	.۳۳۷
Tur	.۱۴۲	.۲۰۱	-.۰۴۱	-.۱۲۵	۱.۰۰۰	.۱۸۳	.۳۰۹	.۱۲۱	.۲۹۶	.۱۴۴	.۱۱۷	.۳۲۲
SO_4^{2-}	-.۵۱۳	.۲۰۹	.۷۷۹	-.۳۱۱	.۱۸۳	۱.۰۰۰	.۰۴۸	.۶۱۴	.۸۱۳	.۶۷۴	.۶۸۴	.۵۴۳
HCO_3^-	-.۲۷۲	.۱۸۷	.۳۵۵	-.۱۰۹	.۳۰۹	.۰۴۸	۱.۰۰۰	.۳۹۸	.۰۸۸	.۳۰۵	.۳۹۰	.۱۰۳
Cl^-	-.۵۸۸	.۱۵۳	.۹۵۹	-.۲۵۵	.۱۲۱	.۶۱۴	.۳۹۸	۱.۰۰۰	.۵۰۸	.۶۷۳	.۹۷۷	.۴۴۰
Ca^{2+}	-.۳۷۳	.۰۴۶	.۶۵۷	.۳۹۹	.۲۹۶	.۸۱۳	.۰۸۸	.۵۰۸	۱.۰۰۰	.۳۰۶	.۵۰۳	.۵۵۴
Mg^{2+}	-.۵۸۲	.۳۴۹	.۷۲۹	.۱۷۷	.۱۴۴	.۶۷۴	.۳۰۵	.۶۷۳	.۳۰۶	۱.۰۰۰	.۶۸۶	.۳۷۵
Na^+	-.۵۹۷	.۱۸۳	.۹۵۹	.۲۳۴	.۱۱۷	.۶۸۴	.۳۹۰	.۹۷۷	.۵۰۳	.۶۸۶	۱.۰۰۰	.۴۳۵
K^+	-.۳۲۰	-.۰۴۷	.۵۲۶	.۳۳۷	.۳۲۲	.۵۴۳	.۱۰۳	.۴۴۰	.۵۵۴	.۳۷۵	.۴۳۵	۱.۰۰۰

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بین پارامترهای مورد مطالعه همبستگی مثبت و منفی وجود دارد. مطابق جدول (۱۱) بین دبی و همه‌ی عوامل مورد مطالعه به‌جز کدورت و pH همبستگی منفی وجود دارد. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و کدورت و pH همبستگی منفی و بین pH و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر همبستگی منفی وجود دارد. نتایج نشان داد که سولفات با دبی و pH دارای همبستگی منفی می‌باشد. هم‌چنین هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دبی، دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم،

منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

نتایج ضریب KMO و آزمون بارتلت در ایستگاه فارسیات در جدول (۱۲) ارائه شده است.

جدول ۱۲- آزمون KMO و بارتلت (ایستگاه فارسیات)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.۷۷۷
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۷۱۰.۶۹۱
	df	۶۶
	Sig.	.۰۰۰

مقدار این شاخص برای داده‌ها مورد مطالعه ۰/۷۷۷ به‌دست آمد. مقایسه مقدار به‌دست آمده با مقادیر جدول استاندارد نشان داد که همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشد. در این ایستگاه آزمون بارتلت معنی‌دار است و به این مفهوم که فرض مخالف تایید می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. به‌طورکلی نتایج نشان‌دهنده همبستگی مناسب بین پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد. جدول (۱۳) میزان مشارکت متغیرها یا واریانس کل با میزان اشتراک عاملی متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳- میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل‌ها برای متغیرهای مورد مطالعه (ایستگاه فارسیات)

	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Q	۱.۰۰۰	.۶۱۱	HCO_3^-	۱.۰۰۰	.۶۳۰
Temp	۱.۰۰۰	.۶۵۲	Cl^-	۱.۰۰۰	.۸۷۵
EC	۱.۰۰۰	.۴۴۶	Ca^{2+}	۱.۰۰۰	.۷۳۷
pH	۱.۰۰۰	.۴۴۲	Mg^{2+}	۱.۰۰۰	.۷۰۶
Tur	۱.۰۰۰	.۶۷۶	Na^+	۱.۰۰۰	.۸۸۰
SO_4^{2-}	۱.۰۰۰	.۸۶۴	K^+	۱.۰۰۰	.۵۹۸
Extraction Method: Principal Component Analysis.					

جدول (۱۳) نشان می‌دهد که یون سدیم، کلر و سولفات به‌ترتیب ۰/۸۸، ۸۷/۵ و ۸۶/۴ بیشترین درصد واریانس امتیازات را دارا بوده است.

جدول (۱۴) سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد.

جدول ۱۴- ماتریس عاملی دوران یافته (ایستگاه فارسیات)

Parameter	Component		
	۱	۲	۳
Q	-.۹۴۵	.۱۸۸	.۱۲۹
Temp	.۲۸۶	-.۲۷۹	.۰۳۶
EC	-.۸۷۹	.۳۱۲	.۱۰۲
pH	.۴۵۹	.۳۳۹	.۱۴۶
Tur	.۷۱۱	.۱۹۴	-.۲۰۶
SO_4^{2-}	.۷۲۵	-.۳۳۹	.۳۱۰
HCO_3^-	-.۷۱۹	-.۱۵۵	.۲۶۴
Cl^-	.۸۰۹	-.۲۶۷	.۳۹۵
Ca^{2+}	.۰۵۶	-.۷۶۴	.۲۹۹
Mg^{2+}	.۲۷۸	.۷۳۰	.۱۴۱
Na^+	.۹۳۹	.۰۶۱	-.۷۳۰
K^+	-.۳۲۲	.۰۱۸	-.۵۸۲
Extraction Method: Principal Component Analysis.			

به‌طور کلی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر سدیم، کلر و سولفات بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

- ایستگاه دارخوین

در ایستگاه دارخوین نیز با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۶۲ تحلیل مولفه‌های اصلی بر هدایت الکتریکی انجام شد. جدول (۱۵) ماتریس همبستگی بین داده‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۵- ماتریس همبستگی بین پارامترها کیفی و کمی آب (ایستگاه دارخوین)

Parameter	Q	Temp	EC	pH	Tur	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
Q	۱.۰۰۰	.۱۳۱	-.۲۳۲	-.۳۴۷	.۰۸۷	-.۲۵۹	-.۲۷۹	-.۲۱۵	-.۲۸۶	-.۱۸۸	-.۲۲۹	-.۲۰۷
Temp	.۱۳۱	۱.۰۰۰	.۲۰۹	-.۰۷۳	.۰۲۹	.۲۲۳	.۰۹۱	.۱۸۴	.۱۷۷	.۲۴۲	.۱۸۹	.۱۱۰
EC	-.۲۳۲	.۲۰۹	۱.۰۰۰	-.۳۲۶	-.۰۶۰	.۹۱۶	.۳۶۹	.۹۸۵	.۷۹۹	.۸۹۹	.۹۸۴	.۷۱۷
pH	-.۳۴۷	-.۰۷۳	-.۳۲۶	۱.۰۰۰	-.۰۰۴	-.۳۵۳	-.۳۷۰	-.۲۹۹	.۴۳۶	.۲۵۹	.۳۰۰	.۲۷۵
Tur	.۰۸۷	.۰۲۹	-.۰۶۰	-.۰۰۴	۱.۰۰۰	-.۰۸۵	.۰۳۶	-.۰۵۸	-.۰۷۳	-.۰۲۱	-.۰۵۹	-.۰۶۲
SO_4^{2-}	-.۲۵۹	.۲۲۳	.۹۱۶	-.۳۵۳	-.۰۸۵	۱.۰۰۰	.۲۸۵	.۸۶۰	.۸۶۹	.۸۵۲	.۸۸۴	.۶۶۸
HCO_3^-	-.۲۷۹	.۰۹۱	.۳۶۹	-.۳۷۰	.۰۳۶	.۲۸۵	۱.۰۰۰	.۳۵۲	.۴۰۶	.۳۳۳	.۳۵۸	.۲۸۳
Cl^-	-.۲۱۵	.۱۸۴	.۹۸۵	-.۲۹۹	-.۰۵۸	.۸۶۰	.۳۵۲	۱.۰۰۰	.۷۲۹	.۸۸۷	.۹۹۴	.۷۱۳
Ca^{2+}	-.۲۸۶	.۱۷۷	.۷۹۹	.۴۳۶	-.۰۷۳	.۸۶۹	.۴۰۶	.۷۲۹	۱.۰۰۰	.۶۱۴	.۷۲۶	.۵۷۱
Mg^{2+}	-.۱۸۸	.۲۴۲	.۸۹۹	.۲۵۹	-.۰۲۱	.۸۵۲	.۳۳۳	.۸۸۷	.۶۱۴	۱.۰۰۰	.۸۸۷	.۶۴۷
Na^+	-.۲۲۹	.۱۸۹	.۹۸۴	.۳۰۰	-.۰۵۹	.۸۸۴	.۳۵۸	.۹۹۴	.۷۲۶	.۸۸۷	۱.۰۰۰	.۷۱۹
K^+	-.۲۰۷	.۱۱۰	.۷۱۷	.۲۷۵	-.۰۶۲	.۶۶۸	.۲۸۳	.۷۱۳	.۵۷۱	.۶۴۷	.۷۱۹	۱.۰۰۰

جدول (۱۵) نشان می‌دهد که بین دبی همه عوامل به‌جز کدورت و دما همبستگی منفی وجود دارد. دما در این ایستگاه با همه پارامترها به‌جز pH همبستگی مثبت نشان داده است. نتایج نشان دادند که همبستگی بین هدایت الکتریکی و کدورت و pH از یک سو و بین pH و کدورت و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر از سوی دیگر منفی می‌باشد. سولفات با دبی، کدورت و pH همبستگی منفی و هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

ضریب KMO و آزمون بارتلت ایستگاه دارخوین در جدول (۱۶) ارائه شده است.

جدول ۱۶- آزمون KMO و بارتلت (ایستگاه دارخوین)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.۷۸۳
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۶۵۳۳.۰۳۶
	df	۶۶
	Sig.	.۰۰۰

مقدار این شاخص برای داده‌ها مورد مطالعه ۰/۷۸۳ به‌دست آمد که نشان دهنده مناسب بودن همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی می‌باشد. آزمون بارتلت در این ایستگاه نیز معنی‌دار است و به این مفهوم که فرض مخالف تایید می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. جدول (۱۷) میزان مشارکت متغیرها یا واریانس کل با میزان اشتراک عاملی متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۷- میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل‌ها برای متغیرهای مورد مطالعه (ایستگاه دارخوین)

	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Q	۱.۰۰۰	.۵۸۲	HCO_3^-	۱.۰۰۰	.۵۰۹
Temp	۱.۰۰۰	.۲۰۷	Cl^-	۱.۰۰۰	.۹۴۳
EC	۱.۰۰۰	.۳۷۷	Ca^{2+}	۱.۰۰۰	.۷۲۳
pH	۱.۰۰۰	.۶۱۲	Mg^{2+}	۱.۰۰۰	.۸۴۷
Tur	۱.۰۰۰	.۸۴۷	Na^+	۱.۰۰۰	.۹۴۹
SO_4^{2-}	۱.۰۰۰	.۸۹۱	K^+	۱.۰۰۰	.۶۰۶

Extraction Method: Principal Component Analysis.

جدول (۱۷) نشان می‌دهد که یون سدیم، کلر و سولفات به‌ترتیب ۹۴/۴، ۹۴/۳ و ۸۹/۱ بیشترین درصد واریانس امتیازات را دارا بوده و پارامترهای مذکور، بیانگر واریانس عامل مشترک می‌باشند.

جدول (۱۸) سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد.

جدول۱۸- ماتریس عاملی دوران یافته (ایستگاه دارخوین)

Parameter	Component		
	۱	۲	۳
Q	.۰۹۳	.۷۴۹	-.۱۱۱
Temp	.۱۹۱	.۱۱۹	.۳۹۵
EC	-.۹۶۷	.۱۸۹	.۰۷۴
pH	-.۱۸۶	-.۷۵۷	-.۰۶۸
Tur	-.۱۲۷	-.۰۶۷	.۹۰۹
SO_4^{2-}	.۹۱۷	.۲۲۰	.۰۳۴
HCO_3^-	.۲۳۸	.۶۴۲	.۲۰۲
Cl^-	.۹۵۷	.۱۵۲	.۰۶۸
Ca^{2+}	.۷۵۲	.۳۹۶	.۰۳۱
Mg^{2+}	.۹۰۴	.۱۰۹	.۱۳۲
Na^+	.۹۵۹	.۱۶۲	.۰۶۷
K^+	.۷۶۱	.۱۶۶	-.۰۰۴

Extraction Method: Principal Component Analysis.

به‌طور کلی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر سدیم، کلر و سولفات بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی نتیجه‌گیری حاصل از بررسی حاضر را می‌توان به‌صورت موارد زیر خلاصه نمود.

در ایستگاه ملاثانی بین دبی و هدایت الکتریکی، pH، یون‌های کلر، کلسیم، سدیم و پتاسیم همبستگی منفی وجود دارد. همبستگی بین دما و یون سولفات منفی می‌باشد. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و pH و کدورت همبستگی منفی وجود دارد. کدورت و سولفات نیز همبستگی منفی و سولفات با دبی، هدایت الکتریکی و منیزیم همبستگی مثبت نشان دادند.

در ایستگاه اهواز بین دبی و هدایت الکتریکی، pH، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، سدیم و پتاسیم همبستگی منفی وجود دارد. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و کدورت از یک سو و بین pH و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر از سوی دیگر همبستگی منفی وجود دارد. سولفات با دبی و pH همبستگی منفی نشان داد. هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دبی، دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

نتایج ایستگاه فارسیات نشان داد که بین دبی و همه عوامل مورد بررسی به‌جز کدورت و pH همبستگی منفی وجود دارد. هم‌چنین بین هدایت الکتریکی و کدورت و pH همبستگی منفی و بین pH و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر همبستگی منفی وجود دارد. سولفات نیز با دبی و pH همبستگی منفی نشان داد. هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دبی، دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

بررسی پارامترهای کیفی در ایستگاه دارخوین نشان داد که بین دبی و همه پارامترهای مورد مطالعه به‌جز کدورت و دما همبستگی منفی وجود دارد. دما در این ایستگاه با همه پارامترها به‌جز pH همبستگی مثبت نشان داده است. نتایج نشان دادند که بین هدایت الکتریکی و کدورت و pH از یک سو و بین pH و کدورت و یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلر از سوی دیگر همبستگی منفی وجود دارد. سولفات با دبی، کدورت و pH همبستگی منفی نشان داد. هدایت الکتریکی به‌عنوان پارامتر هدف با دما، یون‌های سولفات، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

در ایستگاه‌های ملاثانی، اهواز، فارسیات و دارخوین کم‌ترین مقدار شاخص KMO ۰/۷۶۰ و بیش‌ترین آن ۰/۷۹۴ به‌دست آمد. مقادیر بیانگر مناسب بودن همبستگی موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی می‌باشد.

در چهار ایستگاه مورد مطالعه آزمون بارتلت معنی‌دار حاصل شد. به این مفهوم که فرض مخالف تایید می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. به‌طورکلی نتایج نشان‌دهنده همبستگی مناسب بین پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد.

در ایستگاه ملاثانی نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه، سه پارامتر دما و یون‌های سدیم و کلر بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

در سه ایستگاه اهواز، فارسیات و دارخوین نتایج تحلیل مولفه عامل اصلی نشان داد از بین پارامترهای مورد مطالعه سه پارامتر سدیم، کلر

و سولفات بیشترین تاثیرگذاری را بر میزان هدایت الکتریکی داشته است.

در پایان با توجه به شناسایی عوامل اصلی موثر ذکر شده بر هدایت الکتریکی پیشنهاد می‌گردد، مدیریت در خصوص تامین نیاز آبی زیست محیطی و کنترل پساب‌های ورودی به رودخانه کارون متناسب با قدرت خودپالایی رودخانه مورد توجه قرار گیرد.

منابع

۱- حسینی زارع، ن.۱۳۸۱. بررسی تاثیر گسترش اراضی فاریاب و طرح‌های توسعه در خوزستان بر کیفیت آب رودخانه‌های کارون و دز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی ، صفحه ۷۷ .

۲- زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۸۹. روش‌های تحلیل چند متغیره در نرم افزار SPSS. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

۳- شینی دشتگل، ع.، پورکیهان، س. و بهبهانی‌نژاد، ن. ۱۳۹۲. بررسی روابط رگرسیونی بین فاکتورهای شیمیایی و EC آب رودخانه کارون و تعیین دقت روابط بدست آمده در محل ایستگاه پمپاژ اصلی کشت و صنعت امیرکبیر، چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز

Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. Water research, 34(3), pp.807.816.

8- Lin, C.J. and Hsieh, M.H., 2009. Classification of mental task from EEG data using neural networks based on particle swarm optimization. Neurocomputing, 72(4.6), pp.1121.1130.

9- Lu, W.Z., Wang, W.J., Wang, X.K., Xu, Z.B. and Leung, A.Y.T., 2003. Using improved neural network model to analyze RSP, NO x and NO 2 levels in urban air in Mong Kok, Hong Kong. Environmental monitoring and assessment, 87(3), pp.235.254.

10- Pearson, K., 1901. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 2(11), pp.559.572.

11- Razmkhah, H., Abrishamchi, A. and Torkian, A., 2010. Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: a case study on Jajrood River (Tehran, Iran). Journal of environmental management, 91(4), pp.852.860.

12- Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M. and Kouimtzis, T., 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Water research, 37(17), pp.4119.4124.

13- Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. and Debán, L., 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. Water research, 32(12), pp.3581.3592.

4- Alberto, W.D., D.M. Del Pilar, A.M. Valeria, P.S. Fabiana, H.A. Cecilia and B.M. de los A′ ngeles. 2000. Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A case study: Suqui′a river basin (Co′ rdoba. Argentina). Water Research. 35: 2881.2894.

5- Çamdev ren, H., Dem r, N., Kanik, A. and Kesk n, S., 2005. Use of principal component scores in multiple linear regression models for prediction of Chlorophyll.a in reservoirs. Ecological Modelling, 181(4), pp.581.589.

6- Fan, X., Cui, B., Zhao, H., Zhang, Z. and Zhang, H., 2010. Assessment of river water quality in Pearl River Delta using multivariate statistical techniques. Procedia environmental sciences, 2, pp.1220.1234.

7- Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barrado, E., Fernandez, J.M. and Fernandez, L., 2000.

عنوان مقاله:

روش‌های مدیریت بقایای نیشکر پس از برداشت سبز

Post_harvest sugarcane Trash management

نویسنده مسئول: عبداله عمرانی
کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی
واحد فنی و پشتیبانی شرکت فرتاک ماشین(متعلق به هپکو)
EMAIL:Omrani@hepcoir.com
سایر نویسندگان: نادر بهبهانی نژاد
کارشناس ارشد محیط زیست

چکیده

از زمانی که برداشت ماشینی نیشکر بدون سوزاندن مزرعه پیش از برداشت محصول رایج شده است هر فصل زراعی حجم زیادی از زیست‌توده (مواد غیرهدف مثل برگ و سرنی) در سطح مزرعه باقی می‌ماند. برآوردها نشان می‌دهد برای فصل برداشت جاری در کل کشور ۸۷۳۲۹ هکتار سطح زیر کشت نیشکر بوده که بطور متوسط به میزان۷۲۶۵۷۷ تن منابع زیست‌توده را پس از برداشت بصورت سبز در اختیار خواهیم داشت. این حجم از زیست‌توده باقی‌مانده از سبز درو را می‌توان منبعی برای تولید انرژی الکتریسیته، خوراک دام و یا اتانول زیستی در نظر گرفت. اما این حجم از زیست‌توده نیازمند داشتن یک زنجیره تامین (بخش کشاورزی، فنی و پشتیبانی) است تا شرایط برداشت، جمع‌آوری و فرآوری آن فرآهم شود. نتایج سایر کشورها نشان می‌دهد برای محقق ساختن هر چه بهتر برداشت سبز نیاز به یک برنامه مدون افق ۲۰ ساله است تا بتوان محدودیت‌های سازمانی، فنی و اطلاعاتی پیش رو را با موفقیت پشت سر گذاشت.

واژگان کلیدی: نیشکر، مدیریت، برداشت سبز، بقایا

ABSTRACT

Since the sugarcane mechanized harvesting without burning become commonplace the farm has a large amount of biomass (non.target material, such as leaf and Tops) remains at the farm level every season. Estimates show that for the current harvest season, 87329 hectares of sugar cane area under cultivated on the whole country is available and will have an average of 726577 tons of sugarcane residue. This volume of biomass from green harvesting can be considered as a source of energy for produce: electricity, animal feed, or bioethanol. But this volume of biomass needs to have a supply chain (agricultural, technical, and postal services) to be created, the conditions of harvest, collection and processing. The results of other countries suggest that a 20.year horizons plan is needed to make the green harvest better, so that the organizational, technical and information constraints ahead can be successfully overcome.

KEY WORDS: sugarcane, management, green harvesting, residue

مقدمه

سوزاندن مزارع نیشکر در بخش وسیعی از صنایع نیشکر جهان از دیرباز بمنظور حذف بخش وسیعی از مواد ناخالص یا ناخواسته غیر هدف قبل از شروع برداشت انجام می‌شده است. از تکنیک سوزاندن مزارع نیشکر پیش از برداشت در فن‌آوری برداشت دستی عمدتاً بمنظور افزایش بهره‌وری کارگران نی‌بُر، کاهش مخاطرات و افزایش ایمنی و سلامت آنها استفاده می‌شد. اما در صنایعی که برداشت مکانیزه و ماشینی را مورد استفاده قرار می‌دهند فرآیند سوزاندن مزارع پیش از شروع برداشت بمنظور افزایش راندمان ماشین دروگر در واریته‌های با قامت بلندتر می‌باشد[۱].

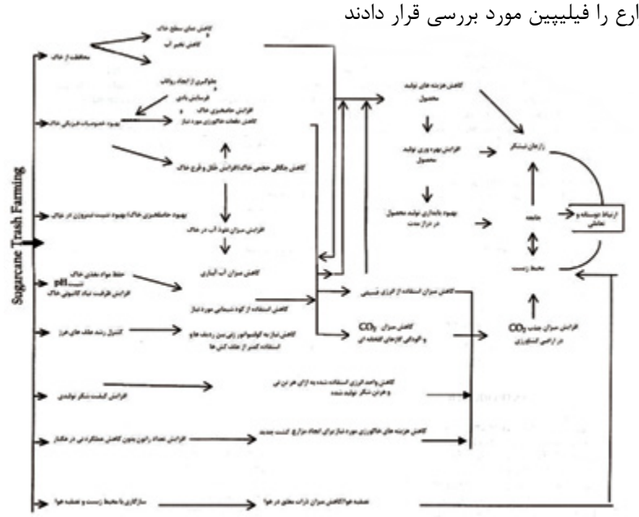
با توجه به مزایای ذکر شده سوزاندن مزارع نیشکر پیش از برداشت یا بقایای آن پس از برداشت هم در استرالیا و هم در سراسر جهان به سرعت به یک عامل غیرقابل قبول زیست محیطی تبدیل شد. برعکس آن برداشت سبز آلودگی مربوط به روش برداشت سوخته را نخواهد داشت همچنین پتانسیل بقایای گیاهی بجا مانده برای استفاده زراعی و یا بازیافت و تبدیل برای سایر منابع امکان استفاده را خواهد داشت. باید توجه داشت حرکت به سمت برداشت کاملا سبز نیشکر نیاز به یک برنامه چند ساله مدون خواهد داشت که مهم از طریق فرآهم آوردن زیر ساخت‌ها و امکانات زیرساختی می‌توان به برداشت سبز پایدار دست یافت. جدول(۱) نشانه‌ای بر صدق این گفتار است، مجمع قانون‌گذاری ایالت سائوپائلو برزیل برنامه‌ریزی منظمی برای دوره‌ای ۲۰ ساله بمنظور دستیابی به برداشت سبز پایدار را در نظر گرفته است[۲].

جدول۱- زمان‌بندی اُفق بیست ساله حذف برداشت به روش سوخته ایالت سائو پائلو برزیل.

سال	ممنوعیت سوزاندن مزارع در قسمت‌هایی که امکان برداشت ماشینی و مکانیزه وجود دارد	ممنوعیت سوزاندن مزارع در قسمت‌هایی که در حال حاضر امکان برداشت مکانیزه وجود ندارد
سال اول(۲۰۰۲)	۲۰٪ از سطح برداشت	
سال پنجم(۲۰۰۶)	۳۰٪ از سطح برداشت	
سال دهم(۲۰۱۱)	۵۰٪ از سطح برداشت	۱۰٪ از سطح برداشت
سال پانزدهم(۲۰۱۶)	۸۰٪ از سطح برداشت	۲۰٪ از سطح برداشت
سال بیستم(۲۰۲۱)	۱۰۰٪ از سطح برداشت	۳۰٪ از سطح برداشت
سال بیست و پنجم(۲۰۲۶)		۵۰٪ از سطح برداشت
سال سی اُم(۲۰۳۱)		۱۰۰٪ از سطح برداشت

مجمع قانونگذاری ایالت سائو پائلو[1] (۲۰۰۲).

مندوزا[2] و همکاران(۲۰۰۳)، اثرات کشت و برداشت سبز با حفظ درصدی از بقایا روی سطح مزارع را فیلیپین مورد بررسی قرار دادند و در نهایت یک الگویی از اثرات مفید و متقابل دست یافتند(شکل۱).

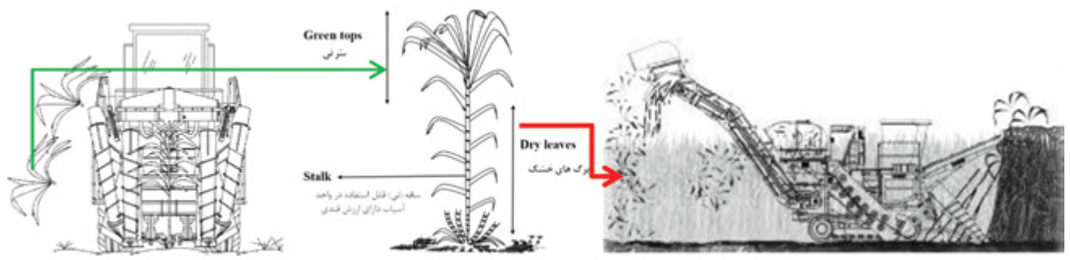


شکل۱- خلاصه‌ای از اثرات برهم کنشی برداشت سبز بروی خاک، کشاورز، جامعه و محیط زیست[۳].

1. Legislative Assembly of Sao Paulo State. 2. Mendoza

تعریف ترش‌نیشکر[1]

نیشکر با نام علمی Saccharum officinarum از گیاهان بسیار قدیمی جهان محسوب شده و قسمت‌های اصلی این گیاه شامل ریشه، ساقه، برگ، سرنی می‌باشد(شکل۲).



شکل۲- قسمت های گیاه نیشکر و مکانیزم ایجاد ترش در مزرعه.

فرآیند برداشت مکانیزه بر اساس مطالعه بلاردو و همکاران[2] ، ۲۰۱۵ شامل ۱۱ مرحله اجرایی به شرح ذیل است:۱- برش سرنی، ۲- بلند کردن ساقه‌های نی، ۳- هدایت نی درون دهانه هاروستر، ۴- بریدن از سطح زمین، ۵- بلند کردن نی، ۶- حرکت نی درون ماشین با جداکردن بخشی از ناخالصی‌های معدنی(خاک)،۷- خُردکردن ساقه‌ها و تبدیل‌شدن به قلمه، ۸- هوادهی واحد تمیزکننده اولیه قلمه‌ها، ۹- حمل قلمه‌ها درون الواتور، ۱۰- هوادهی واحد ثانویه تمیزکننده قلمه‌ها و در نهایت ۱۱- تخلیه نی درون سبدهای حمل نی درون مزرعه‌ای[۴].

بقایای بجامانده از برداشت که همان بقایای گیاهی (برگ و سرنی) هستند فاقد ارزش قندی بوده و به هنگام برداشت سبز با دروگر نیشکر (بوسیله واحد تاپر، چاپر و فن اولیه همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است) از گیاه جداشده و بر روی سطح مزرعه پخش می‌شود. از طرفی ترش‌نیشکر که شامل مواد لیفی، سرنی، برگ‌ها و مواد خشبی دور ساقه گیاه نیشکر بوده که بعد از برداشت سبز بصورت لایه ضخیمی از ترش بر روی سطح خاک گسترده می‌شود را به عنوان پتوی بقایای گیاهی[3] یاد می‌شود.

مقدار ترش(Cane/ton trash)

بیان میزان ترش موجود به ازای هر تن نی بطور خیلی زیادی می‌تواند متفاوت باشد به این دلیل که به پارامترهایی نظیر نوع واریته‌های نیشکر، محل کشت و تولید نیشکر، راندمان تولید نی (هکتار/تُن) بستگی دارد. پائس و اولویرا[4] در سال ۲۰۰۵، مطالعات گسترده و آزمایشات مزرعه‌ای را در برزیل انجام دادند و نتایج آنها نشان داد بطور متوسط ۱۴۰ کیلوگرم در هر تن از ساقه نیشکر (برپایه وزن خشک) ترش وجود دارد. مطالعات مروری بر روی دیگر کشورها نیز بیانگر میزان ۵ تا ۲۰٪ ترش می‌باشد[۵].

لاندل و همکاران[5]، ۲۰۱۳ نیز طی مطالعاتشان در برزیل بر روی واریته‌های مختلف محدوده بین ۹ تا ۱۹٪ و بطور میانگین ۱۲.۸٪ ترش را به ازای هر تن گزارش داده‌اند[۶].

پائس و الیویرا، ۲۰۰۵ نیز میزان ترش‌نیشکر را در راتون‌های مختلف نیشکر در برزیل مورد مطالعه قرار دادند و حاصل نتایج خود را در قالب جدول۲ ارائه دادند.

جدول۲- برآورد میانگین زیست‌توده ترش برگ خشک، برگ سبز و سرنی در منطقه ریبریو پرتو برزیل[۵].

واریته	نوع کشت	عملکرد(t/ha)	ترش*(t/ha)	نسبت نی/ترش
SP79-1011	نی پلنت	۱۲۰	۱۷,۸	۱۵٪
	راتون دوم	۹۲	۱۵	۱۶٪
	راتون چهارم	۸۴	۱۳,۷	۱۶٪
SP80-1842	نی پلنت	۱۳۶	۱۴,۶	۱۱٪
	راتون دوم	۱۰۱	۱۲,۶	۱۳٪
	راتون چهارم	۹۲	۱۰,۵	۱۱٪
RB72454	نی پلنت	۱۳۴	۱۷,۲	۱۳٪
	راتون دوم	۱۰۰	۱۴,۹	۱۵٪
	راتون چهارم	۷۸	۱۳,۶	۱۷٪
میانگین		۱۰۴	۱۴,۴	۱۴٪

*بر مبنای وزن خشک

1- Sugarcane Trash 2- Belardo 3- Sugarcane trash blanket 4- Paes and Oliveira 5. Landell

محتوی انرژی

میزان انرژی یک تُن نیشکر به سه بخش مساوی تقسیم می‌شود که شامل بخش ساقه‌ها (فیبر)، برگ‌ها (ترش) و آب[1] نیشکر استحصال شده (شکر یا اتانول) که محتوی هر بخش در جدول۳ بیان شده است.

جدول۳- محتوی انرژی باگاس، ترش، و آب نیشکر[۷].

ماده	جرم(kg)	محتوی انرژی(MJ)
باگاس	۱۳۵	۲۵۰۰
ترش	۱۴۰	۲۴۰۰
شربت[1]	۱۵۰	۲۵۰۰

ارزش ترش

ترش‌نیشکر بعنوان ماده اولیه می‌تواند طی فرآیند تولید بیو اتانول مورد استفاده قرار گیرد و بر اساس آمار وزارت انرژی ایالات متحده (۲۰۱۶)[2] حدود ٪۶۰ از ترش‌نیشکر موجود در ایالات متحده آمریکا در مزرعه به ازای هرتن (برپایه وزن خشک) بین۴۰ تا ۵۰ دلار قیمت‌گذاری شده است[۸].

برآورد میزان متوسط ترش‌نیشکر موجود از صنایع نیشکر در ایران در سال زراعی جاری

یافته‌های در دسترس نشان می‌دهد در ایران شرکت‌های ذیل در مجموع ۸۷۳۲۹ هکتار سطح زیر کشت خالص نیشکر در فصل زراعی ۱۳۹۷ دارند. دقیق میزان ترش‌نیشکر پیشنهاد دادند[۵].

۱- توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان(دارای ۷ کشت و صنعت که در مجموع ۸۶۰۰۰ هکتار اراضی تحت تملک که در مجموع ۶۰۲۱۷ هکتار اراضی قابل برداشت از سطح کل و بقیه مختص به کشت جدید، آیش یا در تناوب دیگر محصولات هستند)،

۲- کشت و صنعت کارون (۱۷۹۰۰ هکتار قابل برداشت)،

۳- کشت و صنعت میان آب (۲۷۱۲ قابل برداشت)،

۴- کشت و صنعت هفت‌تپه (۶۵۰۰ هکتار قابل برداشت)

با پایش‌های صورت گرفته میانگین راندمان تناژ محصول با توجه به تنش کم آب ناشی از خشک‌سالی ۶δton/ha در نظر گرفته شد در صورتیکه میزان ترش را با توجه به مطالعات لاندل و همکاران[3]، (۲۰۱۳) ٪۱۲.۸ منظور شود در هر هکتار بطور متوسط ۸.۳۲ تن ترش در دسترس خواهد بود حال اگر این میزان را در سطح کل خالص نیشکر ۸۷۳۲۹ هکتار در نظر گرفته شود بطور متوسط به میزان۷۲۶۵۷۷ تن ترش در کشور منابع زیست‌توده خواهیم داشت و اگر این میزان ترش که برپایه وزن خشک در نظر گرفته و محاسبه شده را بر اساس مطالعات وزارت انرژی آمریکا، ۲۰۱۶ برای هر تن ۴۰ دلار ارزش منظور گردد معادل ۲۹ میلیون دلار زیست‌توده (ترش) خواهیم داشت.

پائس و الیویرا [4]، ۲۰۰۵، در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی پتانسیل زیست‌توده ترش از گیاه نیشکر در برزیل فرمول زیر را برای برآورد دقیق میزان ترش‌نیشکر پیشنهاد دادند[۵].

$$ETP = \left\{ \frac{\left[WDL \times \left(\frac{۱ - DLMC}{۱۰۰} \right) + WGL \times \left(۱ - \frac{GLMC}{۱۰۰} \right) + WT \times \left(۱ - \frac{TMC}{۱۰۰} \right) \times \left(\frac{ANC}{۲۰} \right) \times ۱۰۰۰ \right]}{(۱۰ \times RS \times ۱۰۰۰)} \right\}$$

که در این فرمول موارد ذیل را خواهیم داشت:

EPT	پتانسیل تخمینی ترش	t/ha
WDL	میانگین وزنی برگ‌های خشک ۱۰ ساقه گیاه نیشکر در ۱۰ پلات	kg
DLMC	محتوی رطوبت برگ‌های خشک ساقه نیشکر در ۱۰ پلات	(٪)
WGL	میانگین وزنی برگ‌های سبز ۲۰ ساقه گیاه نیشکر در ۱۰ پلات	kg
GLMC	محتوی رطوبت برگ‌های سبز ساقه نیشکر در ۱۰ پلات	(٪)
WT	میانگین وزنی سرنی برای ۲۰ گیاه در ۱۰ پلات	kg
TMC	میانگین محتوی رطوبتی سرنی در ۱۰ پلات	(٪)
ANC	میانگین تعداد نی در فاصله ۱۰ متر در ۱۰ پلات	–
RS	فاصله بین ردیف‌ها	m

استراتژی‌های جمع‌آوری ترش

جمع‌آوری ترش با توجه به فرآیند تولید نیشکر در مقایسه با دیگر محصولات زراعی دارای ویژگی‌های خاص و منحصر بفردی است که جمع‌آوری آن در مزرعه و حمل آن به کارخانه فرآوری از طریق چند مسیر فنی می‌تواند تحقق یابد. هاسوانی[5]، ۲۰۰۵ مطالعه‌ای را بر روی روش‌های مختلف (شکل۳) جمع‌آوری ترش انجام داد. در حالیکه در حال حاضر فقط دو مسیر مورد استفاده قرار دارد. مسیر شامل حمل نی خُرد شده به همراه ترش که برداشت کامل نام دارد و مسیر دیگر بسته‌بندی ترش بجا مانده بعد از برداشت روی سطح مزرعه با بیلر[۹].

1. Juice 2. U.S. Department of Energy 3. Landell 4. Paes and Oliveira 5. Hassuani

شکل ۳- مسیرهای جمع‌آوری ترش‌نیشکر[۹].

عملیات مورد نیاز جمع‌آوری ترش روی سطح مزرعه و ارسال به واحد فرآوری

مراحل عملیات مزرعه‌ای مورد نیاز متشکل از پنج عملیات مکانیزه مزرعه‌ای است که در شکل۴ نشان داده شده است. دو عملیات اول (ریک‌زدن و بیل‌کردن) فقط در شرایط خشک (رطوبت ترش کمتر از ۱۵٪) و بطور معمول در شیفت کاری روزانه (روز کاری ۱۰ ساعت بطور متوسط) انجام پذیرد اما ۳ عملیات دیگر را می‌توان طی ۲۴ ساعت شبانه روز انجام داد.

شکل۴- الگوی استفاده از بیلر[۹].

ویندرو زدن[1] (ریک‌زدن)

در طی فرآیند بیل‌کردن، اولین عملیات (پس از رسیدن بقایا به رطوبت مطلوب زیر ۱۵٪) ویندروزدن با استفاده از ریک‌های شانه خورشیدی است. ردیف‌کردن و تجمیع بقایا امکان تغذیه یکنواخت برای بیلر را فراهم می‌آورد. از طرفی تعداد دفعات رفت و آمد بیلر درون مزرعه برای جمع‌آوری بقایا نیز کاهش پیدا می‌کند. این روش یک عیبی که دارد این است که باعث می‌شود تا ناخالص‌های معدنی (خاک) را به درون بیلر وارد کرده و عملکرد آنرا تحت تاثیر قرار دهد. برای بیل‌کردن ترش و اطمینان از رسیدن به رطوبت مطلوب بقایا روی سطح مزرعه ۷ تا۱۰ روز باقی می‌ماند. برای جلوگیری از هرگونه مشکل فنی در ادوات و ماشین‌آلات، سطح رطوبت بقایا می‌بایست به کمتر از ۱۵٪ برسد.

سیستم بیل (بسته‌بندی) ترش متشکل از عملیات ویندرو (ریک)، بیلر و بسته‌بندی، جمع‌آوری بسته‌ها (بیل‌ها)، بارگیری بیل‌ها، حمل بیل‌ها به واحد فرآوری است (پایروسی و فاگوندس، ۲۰۱۶).

اگرچه جمع‌آوری ترش بعد از برداشت از یک سیستم جمع‌آوری و ارسال جداگانه استفاده می‌کند که در صنایع نیشکر کشورهایی نظیر برزیل، آرژانتین، فیلیپین، آفریقای جنوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد

1. windrowing

این سیستم در استرالیا از لحاظ اقتصادی گزینه‌ی مقرون به صرفه‌ای نمی‌باشد. مثال‌هایی از هر دو سیستم جمع‌آوری و ارسال ترش در ذیل نشان داده شده است.

شکل ۵- جمع‌آوری ترش بعد از برداشت در برزیل وحمل فله‌ای ترش و بقایا پس از بارگیری مکانیزه در سوازیلند

جداسازی ترش از نی پس از برداشت در یک ایستگاه ثابت قبل از ورود به کارخانه

تمیزکردن نی ورودی به کارخانه در بسیاری از کارخانه‌ها در سراسر جهان معمول بوده و اولین راهبرد آن شستشوی نی بمنظور جداسازی گرد و خاک از نی ورودی به آسیاب است. صنعت نیشکر کوبا از اولین کشورهایی بود که برداشت سبز توسط هاروستر را شروع کرد، و وقتی از جداسازی ترش بوسیله هاروسترهای کلاس نتیجه دلخواه گرفته نشد به سمت جداسازی ترش پس از برداشت (شکل۶) گام برداشت این واحدهای جداسازی در عین طراحی ساده بسیار کاربردی و راندمان بالایی دارند و از ترش جداسازی شده می‌توان برای کاربردهای مختلف استفاده نمود[۱].

شکل۶ - جداسازی ترش پس از برداشت[۱].

در کوبا از زمان معرفی برداشت ماشینی، مورد استفاده بوده است، ظاهرا بیش از ۹۰۰ ایستگاه از این نوع هنوز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اکثر پیشرفت‌های اخیر روی سیستم‌هایی متمرکز شده که بتوان پوشال را از ساقه نیشکر جدا کند و اولین محرک‌های تمیزکننده نی در حال حاضر استفاده از روش جداسازی پوشال برای مصارف با ارزش نظیر تولید برق می‌باشد ولی بهرحال منافع اصلی بدست آوردن نیشکر تمیزشده برای کارخانه می‌باشد.

شکل۷- واحدهای جداسازی ترش در چهار واحد آسیاب کشت و صنعت نیشکر رایزن کشور برزیل[۱].

در سیستم برداشت کامل، ترش‌نیز برداشت خُرد و با قلمه‌های نیشکر باهم به کارخانه حمل می‌شود بدون اینکه به زمین ریخته شود یا تا بطور طبیعی خشک شود. تنها تفاوت برداشت کامل با برداشت استاندارد در ظرفیت تمیزکاری هاروستر است که در روش برداشت کامل این ظرفیت به دلیل عدم استفاده از فن اولیه و ثانویه یا دور خیلی کم، پایین است. طی برداشت استاندارد میزان ترش حمل شده با قلمه به کارخانه حدود ۶٪ است اما با کاهش دور فن اولیه میزان ترش حمل شده به کارخانه به میزان ۸ تا ۱۲٪ افزایش می‌یابد و در حالتی که کلا فن اولیه خاموش باشد این میزان به ۲۰ تا ۲۵٪ افزایش پیدا خواهد کرد.

در صنعت و کارخانه ترش تقریبا از نی بوسیله سیستم جداسازی پنوماتیکی تمیز می‌شود.

بسته به نوع کارکرد دروگرهای متداول امروزی در نتیجه کاهش دور فن اولیه و بستگی به شرایط برداشت به ازای هر یک تن ترش‌نیشکر اضافه که بهمراه نی به کارخانه ارسال می‌شود، باعث افزایش فشار

مضاعف بر واحد فرآوری و استحصال از نی معادل دو تا پنج تن نی درهکتار خواهد شد.

بهره‌گیری از یک سیستم جداکننده (تمیزکننده ترش) بین هاروستر برداشت و واحد آسیاب کارخانه باعث افزایش راندمان کار واحد صنعتی کارخانه خواهد شد. تمیزکاری نی پس از برداشت این اجازه را به هاروستر نیشکر می‌دهد تا با فشار کاری کمتر ضمن به حداقل رساندن میزان ترش میزان ترش روی سطح مزرعه نیز باقی گذاشته شود. کل میزان نی ارسال شده و بهبود تمیزکاری نی‌های تمیز شده نشان می‌دهد ضایعات کاهش یافته و کل شکر استحصالی افزایش پیدا کرده است[۱۰].

مزایای بکارگیری واحد تمیزکننده نی قبل از ورودی نی به کارخانه از مزایای مشهود استفاده و بکارگیری واحد تمیزکننده پس از برداشت نیشکر در کشت و صنعت‌های نیشکری می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱) کاهش اُفت و ضایعات در مرحله برداشت در مزرعه (از آنجاییکه سیستم تمیزکننده فن اولیه همیشه با توجه به واریته نی، سن راتون، عملکرد اپراتور هاروستر و وضعیت مزرعه نمی‌تواند از عملکرد خوبی برخوردار باشد و نی کاملا تمیز شده را تحویل دهد).

۲) افزایش استحصال شکر در نتیجه کاهش اتلاف نی در هاروستر و افزایش استحصال ساکارز و از نی آسیاب شده.

۳) افزایش مواد زیست‌توده در دسترس بعنوان سوخت برای استفاده در بویلرها یا بعنوان خوراک دام مورد استفاده در ایجاد محصولات و صنایع جانبی دارای ارزش افزوده.

اثرات وجود ترش بر واحد آسیاب، فرآوری و تولید نهایی کارخانه

مزیت ایجاد یک سیستم تمیزکننده ایستا، داشتن نی‌های ورودی تمیزتر و با کیفیت بهتر است با مطالعه انجام شده کنت ۲۰۰۷ نشان داد حذف ترش از فرآیند آسیاب اثرات مثبتی را در تولید شکر داشته است. بر اساس نتایج مطالعات ایشان هر ٪۱ افزایش در میزان ناخالصی گیاهی اثرات ذیل را می‌تواند در تولید و واحد کارخانه داشته باشد:

۱) کاهش ٪۲.۳ در ظرفیت آسیاب کارخانه

۲) کاهش ٪۰.۱در میزان استحصال

۳) کاهش ۰.۳ واحد در خلوص شربت

۴) افزایش ٪۰.۱ در رطوبت باگاس

اثرات ترش‌نیشکر بر فرآیند استحصال

اگر نی فرآوری در کارخانه بطور کامل همراه با برگ و سرنی فرآوری شود اثرات آن بر روی درصد استحصال عبارتند از:

- کاهش بازدهی نی از ۴۴۰ton/hrs در حالت سوخته و گرفته شدن سرنی به ۳۳۰ton/hrs وقتی نی درحالت برداشت سبز و ارسال برگ به کارخانه (با حذف سرنی) باعث کاهش تا ٪۲۵ در راندمان کارخانه sezela شد.

- کاهش بازدهی استحصال ساکارز (میزان ۱۶.۲ton pol/hr در حالت سبز درو و گرفتن سرنی در مقایسه با ۲۴.۵ton pol/hr در حالت برداشت سوخته و گرفتن سرنی)

- کاهش میزان سود بازگشتی به کشاورز[1] بر اساس فرمول محاسباتی در افریقای جنوبی که میزان تولید ساکارز بستگی به کیفیت و تمیزی نی استحصال شده به کارخانه دارد.

- افزایش تولید باگاس در آسیاب کارخانه بشرح ذیل:

نی سبز درو ارسال نی به کارخانه همراه برگ بدون سرنی تولید ۴۶.۵٪ باگاس

نی سبز درو و ارسال نی به کارخانه همراه برگ با سرنی تولید ۴۸.۳٪ باگاس

نی سوخته و حذف سرنی ارسال به کارخانه تولید ۳۲.۱٪ باگاس

- افزایش اُفت ساکارز در ملاس نهایی از ۹.۵٪ به ۱۰.۷۵٪

- افزایش رنگ در شکر خام تولیدی از ۱۳۰۰ به ۱۶۰۰ به واحد ICUMSA[2] (کمیسیون بین المللی روش‌های یکسان برای تجزیه و تحلیل قند)[۱۱].

جمع‌آوری ترش، خرد کردن و حمل توده‌ای آن به کارخانه

عموما عرض کار ریک‌های موجود در بازار از ۳ تا متر است انتخاب عرض کارمناسب عاملی تعیین‌کننده در راندمان مزرعه‌ای و هزینه‌های عملیات مربوط به ردیف کردن بقایا دارد. مدلی که در حال حاضر در سطح وسیع مزارع نیشکر برزیل مورد استفاده قرار می‌گیرد ۹متر عرض دارد که عرض کاری مفید آن ۷.۵ متر است و قادر است ترش ۵ فاروی نیشکر را بر روی یک ردیف به عرض ۱.۲ تا ۱.۳ متر جمع‌آوری نماید و در مقایسه با دیگر مدل ریک‌ها قادر است میزان ناخالصی و گرد و خاک کمتری را به بقایا اضافه نماید.

ریپولی[3] و همکاران، (۲۰۰۴)، طی مطالعه‌ای دو مدل ریک برای آزمون مزرعه‌ای جمع‌آوری ترش‌نیشکر در منطقه سائوپائلو برزیل کردند که

1. Recoverable Value (RV)
2. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis
3. Ripoli

شامل: ریک مدل DMB دارای۴ شانه خورشیدی افقی (شکل ۸ الف) که بوسیله تراکتور FORD ۶۶۱۰ کشیده می‌شود و ریک دیگر با چرخ‌های استوانه‌ای برند و مدل ۲۵۶ JOHN DEERE (شکل‌ب) که بوسیله تراکتور MF۲۹۹ کشیده می‌شود[۱۲].

شکل۸- ریک DMB(الف)، ریک JOHN DEERE (ب)، برشی از مزرعه(ج).

برای برداشت بقایای سبز از ماشین برداشت علوفه سیلوکردنی(چاپر) JOHN DEERE ۸۶۵۰ بمنظور خردکردن بقایا و انتقال آنها به درون کامیون ولکس واگن (۴×۶) با ظرفیت حجمی ۵۵ مترمکعب و حمل بقایا از مزرعه تا کارخانه استفاده شد.

شکل۹- نمای عرضی از ماشین برداشت ترش JOHN DEERE8650 (الف)، ماشین برداشت ترش در کنار کامیون بارگیری و حمل(ب)، سیستم تخلیه بقایا در واحد فرآوری(ج)

مطالعه در ۲ تیمار از قبیل تیمار۱: رطوبت٪۱۵.۸ و تیمار۲: ٪۱۷.۹۸ رطوبت انجام شد.

هزینه در تیمار ۲ بیش از تیمار۱ بود به این دلیل که رطوبت بقایا بر میزان انرژی حرارتی استحصال شده و راندمان میزان حجم بقایای منتقل شده بوسیله هر کامیون اثر منفی خواهد داشت[۱۲].

جدول۴- کل هزینه‌های جمع‌آوری و حمل بقایای نیشکر تا کارخانه[۱۲].

عملیات زراعی	تیمار۱		تیمار۲	
	$/ton	$/ha	$/ton	$/ha
ویندرو(ریک)	۰,۴۲	۹,۵۹	۰,۱۷	۴,۲۷
برداشت ترش	۳,۱۷	۴۴,۲۹	۳,۱۷	۴۸,۳۶
حمل	۳,۰۸	۱۴,۳۰	۳,۰۸	۱۴,۸۰
تخلیه	۰,۷۳	۳,۳۹	۰,۷۳	۳,۵۱
کل هزینه	۷,۴۰	۷۱,۵۷	۷,۱۵	۷۰,۹۴

فرآوری و نگهداری در کارخانه

دو مدل سیستم بیلر(مکعبی و استوانه‌ای) دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند و بنابراین واحد فرآوری در صنعت نیز نیاز به داشتن عملیات متفاوتی خواهد بود. بقایای بیل‌شده می‌بایست تخلیه، نخها بازشده، بسته‌ها از هم تفکیک شده، غربالگری شده پس از آن خردشده و برای استفاده در بویلرها ارسال شود. مراحل موردنیاز در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

شکل۱۰- عملیات فرآوری بسته‌های بیل شده

مطالعه موردی میزان انرژی بازیافتی از ترش‌نیشکر آفریقای جنوبی اسمترز، ۲۰۱۴ در مطالعه‌ای با عنوان سیستم‌های جمع‌آوری ترش برای استفاده همزمان تولید انرژی در صنعت نیشکر آفریقای نتایج خود را به شکل جدول ذیل ارائه نمود[۱۳].

جدول ۵- برآورد پتانسیل تولید انرژی از بقایای نیشکر در آفریقای جنوبی

شاخص	کمیت	واحد
کل تولید نی(نی های برداشت شده طی یک فصل زراعی)	۲۲,۰۰۰,۰۰۰	ton
سطح زیر کشت	۴۳,۰۰۰	ha
راندمان تولید	۵۱,۲	ton/ha
پتانسیل ترش از نی	۱۲,۳٪	%
پتانسیل ترش از نی	۶,۳	ton/ha
میزان جمع آوری ترش از سطح مزرعه	۵۰٪	%
میزان ترش قابل بازیافت	۳,۱	ton/ha
میزان ترش رها شده روی سطح مزرعه	۳,۱	ton/ha
میزان ترش مورد نیاز برای ترش بلانکت	۳	ton/ha
ترش در دسترس در واحد فرآوری	۱,۳۵۳,۰۰۰	ton
میزان انرژی از ترش	۲۳۰۰	MJ/ton
کل انرژی ارسالی به واحد کارخانه	۳,۱۱۱,۹۰۰	GJ
طول دوره برداشت	۲۰۰	روز
کل انرژی در دسترس	۱۸۰,۱	MW

نتیجه‌گیری

موانع پیش روی برداشت سبز در ایران را می‌توان به شکل زیر عنوان کرد:

- در قسمت برداشت ماشینی با کاهش راندمان ماشین، افزایش ضایعات نی و افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری روبرو خواهیم بود
- وجود ترش‌نیشکر در شرایط مزارع ایران باعث جلوگیری از عملیات نگهداری مزرعه، راتونینگ و مهم‌تر از همه حرکت آب آبیاری در طول فاروها می‌شود.
- عدم تجهیز سیستم هماهنگ تولید انرژی همزمان و استفاده ترکیبی از باگاس و ترش در بویلرها و واحدهای آسیاب کشت و صنعت‌های نیشکر همانند سایر کشورها
- عدم برخورداری از واحدهای تمیزکننده بادی نی‌های ارسالی به کارخانه در برداشت سبز برای جداسازی بهتر ترش‌نیشکر

با توجه به برنامه‌های بلند مدت کشورهای پیشرو نظیر برزیل عملی کردن برداشت سبز نیازمند به داشتن برنامه‌ای چند ساله داشته و همزمان با آن فرآهم کردن و منطبق ساختن عوامل زنجیره‌ای دخیل در محقق شدن برداشت سبز ار اهمیت بالایی برخوردار است. برخورد تحکمی و دستوری بالادستی برای برداشت سبز نیشکر بدون در نظر گرفتن ایجاد تسهیلات فرآوری برای حجم بالای ترش ایجاد شده در مزارع امری ناشدنی به نظر می‌رسد.

موانع پیش روی عملی ساختن برداشت سبز و مدیریت ترش‌نیشکر را می‌توان به سه دسته ۱- موانع سازمانی: سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای این خدمات خصوصا اگر متولی آن همان شرکت نیشکر باشد که واقعا هزینه‌بر خواهد بود. تعرفه‌های الکتریسیته در حال حاضر سرمایه‌گذاری در بخش تکنولوژی‌هایی که از ترش‌نیشکر بعنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند دارای ریسک بالایی است. ۲- موانع فنی: تکنولوژی مورد نیاز برای جمع‌آوری، بسته‌بندی (بیل)، حمل و فرآوری ترش گران و هزینه‌بر است. علاوه بر آن ترافیک ماشین‌ها درون مزرعه به این منظور باعث افزایش فشردگی خاک زراعی خواهد شد. در کشورهایی نظیر ایران که هنوز استراتژی برای تبدیل ترش به محصول دارای ارزش افزوده فرآهم نشده است صرفاً جمع‌آوری آن به یک معظل برای نیروی کار انسانی تبدیل خواهد شد. انطباق سیستم‌های خوراک آسیاب‌های نیشکر و بویلرها نیاز به باز طراحی خواهند داشت تکنولوژی مورد نیاز برای حذف برگ و سرنی از ساقه

نیشکر درون کارخانه منجر به ایجاد فضایی پر از گرد و خاک خواهد شد که نیاز است تا سازه‌ای برای جمع‌آوری گرد و خاک ایجاد گردد. ذخیره ترش‌نیشکر برای استفاده در طولانی مدت امکان پذیر نیست. ۳- در حال حاضر اطلاعات مورد نیاز برای تخمین میزان کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز و همچنین بازگشت دوره سرمایه در دسترس نیست.

منابع

1- Anonymous. 2014. Harvesting Best Practice Manual Technical publication MN14001. http://www.sugarresearch.com.au/

2- Anonymous, https://www.al.sp.gov.br/

3- Mendoza, tc. Samson R. Helwig T. 2001. Evaluating the many benefits of sugarcane trash farming systems. Philippine journal of crop science 27(1):43.51. https://www.reap.canada.com/

4- Belardo, G.C., Rosa, J.H.M., Magalhaˆes, P.S.G., 2015. Colheita mecanizada de cana.de.ac¸u´car _evoluc¸aˆo da colheita mecanizada na cultura da cana.de.ac¸u´car. In: Belardo, G.C., et al.,(Eds.), Processos agrı´colas e mecanizac¸aˆo da cana. de.ac¸u´car. Editora SBEA, Jaboticabal.

5- Paes, L.A.D., Oliveira, M.A., 2005. Potential trash biomass of the sugar cane plant.In: Hassuani, S.J., et al., (Eds.), Biomass Power Generation: Sugar Cane Bagasse and Trash.PNUD.CTC, Piracicaba (Se´rie Caminhos para Sustentabilidade).

6- Landell, M.G.A., et al., October 2013. Residual biomass potential of commercial and precommercial sugar cane cultivars. Sci. Agric. 70 (5), 299_304.

7- Leal, M.R.L.V., 2007, the potential of sugar cane as an energy source. In: Proceedings of the XXVI International Society of Sugar cane Technologists Congress, vol. 26, Durban, South Africa, 29 July August 2.

8- U.S. Department of Energy, 2016. In: Langholtz, M.H., Stokes, B.J., Eaton, L.M. (Eds.), 2016 Billion. Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving Bioeconomy, Volume 1: Economic Availability of Feedstocks. ORNL/TM.2016/160, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, pp. 448.

9- Hassuani, Suleiman José, Manoel Regis Lima Verde Leal, Isaías de Carvalho Macedo. 2005. Biomass power generation Sugar cane bagasse and trash. https://pdfs.semanticscholar.org/1c8f/cebf7aef193b4f9a0de509f9ed84d84bdf9a.pdf

10- Marcelo A. Pierossi1 and Fernando C. Bertolani, 2018.Sugarcane Trash as Feedstock for Bio refineries Agricultural and Logistics Issues. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128045343000021

11- Pierossima, Bernhardthw and Funke T, 2016. Sugarcane leaves and tops: their current use for energy and hurdle to be overcome, particularly in South Africa, for greater utilization, Proceeding of Sugarcane Africa Sugarcane Technologist Association 89: 350.360.

12- Ripoli, M.L.C. F.N. Franco, T.C.C. Ripoli, C.A. Gamero, 2004. The Sugar Cane Vegetal Residues Unloaded in the Sugar Mill: Operational Costs and Physical Characteristics. An ASAE Meeting Presentation. Paper No. 046166. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/68041/2.s2.0.30044440384.pdf?sequence=1

13- Smithers, J.2014.Review of sugarcane trash recovery systems for energy cogeneration in South Africa. Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114000537

عنوان مقاله:

تأثیر استفاده از پلیمر سوپرجاذب بر رشد و عملکرد گیاه نیشکر در یک خاک با بافت شنی

Role of superabsorbent polymer application in enhancing the growth and yield of sugarcane in a sandy soil

نویسنده مسئول: پردیس خاجی
دانشجوی دکتری مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک
کارشناس آب وخاک، کشت و صنعت دعبل خزاعی
EMAIL:Pardism.khaji@gmail.com
سایر نویسندگان: کوروش مسعودیان خوزانی
کارشناس ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک
رئیس اداره آب و خاک و هواشناسی،کشت و صنعت دعبل خزاعی

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در کاهش محصول نیشکر می‌باشد. در مناطق با میزان بارش کم گیاه نیشکر به‌ویژه بعد از زمان کشت به شدت در خطر خشکی قرار دارد. یکی از راهکارهای افزایش بازده آبیاری و استفاده بهینه از بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است. بر این اساس جهت بررسی اثرات نسبت‌های مختلف پلی‌مرهای سوپر جاذب بر عملکرد گیاه نیشکر در یک خاک شنی سطوح مختلفی از سوپرجاذب (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار)، در ۳ پلات و شامل ۳ تیمار (شاهد، آبیاری با ۳روز تأخیر، آبیاری با ۶ روز تأخیر) در یکی از مزارع کشت و صنعت نیشکر دعبل خزاعی اجرا گردید. بیشترین ارتفاع در تیمار ۲ (۶۰ کیلوگرم برهکتار) و در پلات ۲ (آبیاری با ۳ روز تأخیر) مشاهده گردید. همچنین بیشترین میزان تناژ تولید شده نیز مربوط تیمار ۲ (۶۰ کیلوگرم برهکتار) و در پلات ۲ (آبیاری با ۳ روز تأخیر) بود. نتایج این تحقیق نشان داد در منطقه خوزستان با توجه به محدودیت منابع آب می‌توان با کاهش مصرف آب و با ایجاد تأخیر در راندهای آبیاری به همراه استفاده از مقادیر کمتر سوپرجاذب، عملکرد بالایی را در رشد و ارتفاع نیشکر بدست آورد.

واژگان کلیدی: بافت خاک، عملکرد نیشکر، پلیمرهای سوپرجاذب

ABSTRACT

Drought is one of the major environmental stress factors limiting sugarcane production. In areas with low rainfall, sugarcane crops are highly at risk of drought, especially after planting. One of the best options for increasing the irrigation efficiency and better application of precipitation in arid and semi.arid areas is employing superabsorbent polymers to soil. In this study effects of different rates of superabsorbent polymers (0, 60 and 120 kg ha.1) in 3 plot with 3 treatment (control, irrigation with 3 days delay, irrigation with 6 days delay) on sugarcane yield in sandy soils were investigated in one of the cultivating fields of Debal Khozaei sugarcane industry. The most height was observed in treatment 2 (60 kg ha.1) and in plot 2 (irrigation with 3 day delay). Also, the most yield was related to treatment 2 (60 kg ha.1) in Plot 2 (irrigation with 3 days delay). The results of this study showed that due to limited water resources in Khuzestan region, it is possible to achieve high efficiency in sugarcane growth and height by reducing water consumption by delaying in irrigation cycles along with using smaller amounts of superabsorbent.

KEYWORDS: soil texture, sugarcane yield, superabsorbent polymers

مقدمه

کشور ایران به دلیل نقصان در ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان بوده و همواره با مشکل کمبود آب رو به رو است. از سوی دیگر بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب در کشور می‌باشد به گونه‌ای که حدود ۹۰ درصد از حجم آب مصرفی در کشور صرف تولیدات کشاورزی می‌شود [۵] که ۶۵ درصد این مقدار به شیوه‌های نادرست آبیاری هدر رفته و بخشی از عناصر غذایی و کودهای محلول را شسته و ضمن انتقال آن‌ها به عمق، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز می‌گردد [۱و۲]. با توجه به مسائل عنوان شده اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد [۳و۱۲]. از جمله راهکارهای افزایش دور آبیاری و کاهش مصرف آب همراه با کاهش هزینه‌های آبیاری، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است[۱۱]. در کشاورزی مدرن پلیمرهای آب‌دوست برای تقویت وضعیت تغذیه‌ای و رطوبتی گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند [۶]. برخی تحقیقات نشان داده است هر گرم هیدروژل خشک ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم آب جذب می‌کند که می‌تواند به عنوان یک مخزن مازاد آب برای سیستم خاک-گیاه عمل نماید به گونه‌ای که کارایی جذب آب توسط گیاه را به حداکثر برساند و لذا می‌تواند تنش‌های آبی در گیاهان را کاهش دهد [۷و۱۰]. سوپرجاذب‌ها ژل‌های آب‌دوست و دارای ساختمان پلیمری زنجیری سه‌بعدی هستند که قادرند در محیط آبی متورم شوند. توانایی جذب آن‌ها بستگی به عوامل مختلفی دارد. درجه تشکیل شبکه پلیمری، اندازه ذرات، واکنش آب (pH) و حضور ترکیبات شیمیایی از جمله عوامل مؤثر در جذب آب هستند [۴]. پلیمرهای سوپر جاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک می‌توانند با جذب سریع آب و حفظ آن، بازده جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را افزیش دهند. مقدار این افزایش با توجه به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوا و میزان مصرف سوپرجاذب در خاک متفاوت است[۴]. افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های با ظرفیت نگهداری محدود آب (مانند خاک‌های شنی) با استفاده از پلیمرهای آب‌دوست منجر به کاهش تلفات آب از طریق آبشویی و بهبود کارایی مصرف پلیمر می‌شود[۱۵]. ایسلم و همکاران (۲۰۱۱) بیان نمودند، زمانی که سوپرجاذب‌ها با خاک مخلوط می‌شوند موجب حفظ مقدار زیادی رطوبت و مواد غذایی در خاک می‌گردند، که با این شرایط گیاه کم‌تر با کمبود آب و مواد غذایی روبرو خواهد شد[۹].

با توجه به نکات ذکر شده آزمایش زیر با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف سوپر جاذب بر رشد گیاه نیشکر در تاریخ ۹۵/۰۵/۰۱، در مزرعه R۰۵-۲۱ تحت کشت نیشکر واریته CP-۶۹ در کشت و صنعت دعبل خزاعی انجام شد.

روش کار

این آزمایش در ۳ پلات اجرا گردید که هر پلات شامل ۲ تیمار بود. همچنین هر تیمار در این پلات‌ها شامل ۹ فارو در ۲۵۰ متر بود. جهت اعمال سوپرجاذب‌ها در مزرعه، با توجه به کوچک بودن اندازه ذرات سوپر جاذب جهت اختلاط مناسب با خاک، ابتدا این ذرات با مقادیر مشخص شن ترکیب شده و سپس توسط دستگاه کودپاش به خاک اضافه گردیدند. ارتفاع نی‌ها به صورت هفتگی در طول دوره کنترل محصول به مدت ۲۳ هفته اندازه‌گیری شد. میزان تناژ تیمارها نیز پس از برداشت مزارع اندازه‌گیری شد.

تیمارهای آزمایش شامل

تیمار اول (T۱): شاهد (بدون استفاده از سوپرجاذب)، تیمار دوم (T۲): استفاده از ۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، تیمار سوم (T۳): استفاده از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب.

جدول۱- روش‌های اعمال رانده‌ای آبیاری در پلات‌ها

پلات اول (T1,T2,T3)	آبیاری همزمان با مزرعه (شاهد)
پلات دوم (T1,T2,T3)	آبیاری با ۳ روز تاخیر نسبت به مزرعه
پلات سوم (T1,T2,T3)	آبیاری با ۶ روز تاخیر نسبت به مزرعه

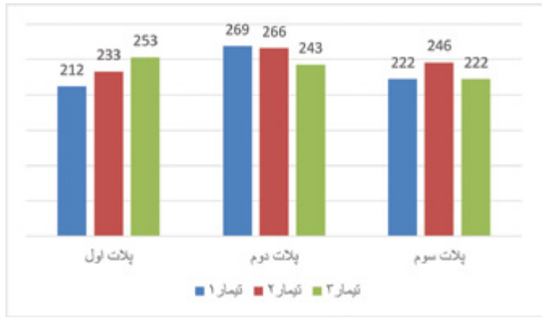
نتایج و بحث

۱- مقایسه میانگین ارتفاع تیمارها در هر پلات

با توجه به نمودار۱، مقایسه تیمارها در پلات اول نشان می‌دهد، بیشترین میزان ارتفاع متعلق به تیمار ۳ (۲۵۳ سانتی‌متر) بود و پس از آن بیشترین ارتفاع به ترتیب در تیمار ۲ (۲۳۲ سانتی‌متر) و تیمار۱ (۲۱۲ سانتی‌متر) مشاهده گردید. این امر نشان می‌دهد در شرایط معمول آبیاری مزارع و بدون ایجاد تأخیر در دور آبیاری استفاده از سوپرجاذب به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، موجب افزایش رشد و ارتفاع گیاه نیشکر شده است. سینگ و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش دادند که استفاده از پلی‌مرهای سوپرجاذب موجب افزایش پارامترهای

رشد و میزان محصول گردیده است[۱۴]. لو و همکاران (۲۰۰۳) نیز در تحقیق مشابهی دریافتند که استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب موجب افزایش ارتفاع گیاه نیشکر نسبت به نمونه شاهد گردیده است[۱۳]. در پلات۲ بیشترین میزان ارتفاع مربوط به تیمار اول (۲۶۹ سانتی‌متر) بود. سپس بیشترین ارتفاع به ترتیب در تیمار۲ (۲۶۶ سانتی‌متر) و تیمار۳ (۲۴۳ سانتی‌متر) مشاهده گردید. بیشترین میزان ارتفاع در پلات ۳ در تیمار۲ (۲۴۶ سانتی‌متر) مشاهده شد و پس از آن بیشترین ارتفاع مشاهده شده در تیمارهای اول و سوم با میزان ۲۲۲ سانتی‌متر باهم برابر بود. همچنین نتایج میانگین ارتفاع نشان دهنده این امر است که ایجاد تأخیر سه روزه در آبیاری مزارع موجب افزایش ارتفاع در تمامی تیمارها به جز تیمار ۳ شده است ضمن اینکه این امر خود باعث کاهش میزان مصرف آب در طول دوره آبیاری مزارع می‌گردد. افزایش ارتفاع تیمار ۲ نسبت به شاهد می‌تواند به این دلیل باشد که در خاک‌های با بافت سبک که از نظر تخلخل تهویه‌ای و وضعیت زهکشی مشکل عمده‌ای ندارند، افزودن پلیمر و کاربرد مقادیر زیاد آن‌ها باعث افزایش تخلخل مویین می‌گردد که دلیل آن خاصیت جذب رطوبت بیش از حد پلیمر می‌باشد که در نتیجه این امر حتی با ایجاد تاخیر ۳ روزه در زمان آبیاری مزارع، گیاه تحت تنش خشکی قرار نگرفته و موجب افزایش کارایی سوپرجاذب‌ها در این شرایط شده و میزان ارتفاع گیاه را نسبت به سایر روش‌های آبیاری افزایش داده است. همچنین در طی دوره داشت که بوته نیشکر به طور کامل و همراه با ریشه‌های آن از خاک خارج گردید، مشاهده شد دانه‌های سوپرجاذب در اثر جذب آب متورم گردیده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت ریشه گیاه توانسته آب مورد نیاز خود را در زمان تنش خشکی از طریق این پلیمرها جذب نماید. اما ایجاد تاخیر۳ و ۶ روزه در دوره آبیاری مزارع بر ارتفاع تیمار۳ (۱۲۰ کیلوگرم بر هکتار سوپرجاذب) تاثیر منفی داشته و موجب کاهش ارتفاع این تیمار نسبت به تیمار مشابه در پلات ۱ (بدون تأخیر در دور آبیاری) گردیده است.

نمودار۱- میانگین ارتفاع تیمارها

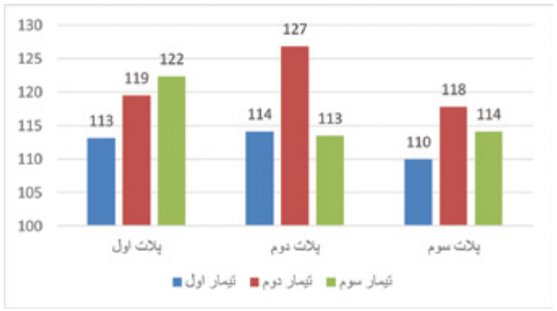


۲- مقایسه میانگین تناژ تیمارها بین پلات‌ها

مقایسه میزان تناژ هرکدام از تیمارها در هر پلات در نمودار۲ نشان می‌دهد بیشترین تناژ تولیدی مربوط به تیمار۲ و در پلات دوم (۱۲۷ تن در هکتار) بوده است. پس از آن بیشترین میزان تناژ تولیدی برای این تیمار به ترتیب در پلات۱ (۱۱۹ تن در هکتار) و پلات ۳ (۱۱۸ تن در هکتار) مشاهده گردید. این مسأله نشان می‌دهد استفاده از ۶۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب با ایجاد تأخیر ۳ روزه در دور آبیاری کارایی بالاتری در تناژ تولیدی نسبت به سایر تیمارها داشته است.

بیشترین تناژ تولید شده برای تیمار۳ در پلات اول (۱۲۲ تن در هکتار) مشاهده گردید. پس از آن بیشترین تناژ تولیدی برای این تیمار به ترتیب در پلات ۳ (۱۱۴ تن در هکتار) و پلات۲ (۱۱۳ تن در هکتار) مشاهده شد. این مسأله بیانگر این امر است که استفاده از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از سوپر جاذب با ایجاد تأخیر در دور آبیاری به مدت ۳ و ۶ روز نسبت به آبیاری مزارع تأثیر مثبتی بر تناژ تولیدی نداشته است. لو و همکاران (۲۰۰۳) نیز دریافتند افزودن پلیمرهای سوپرجاذب موجب افزایش عملکرد گیاه نیشکر می‌گردد[۱۳].

نمودار۲- میانگین تناژ تیمارها

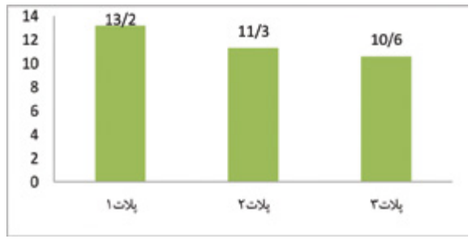


۳- مقایسه میزان رطوبت و دور آبیاری در هر پلات

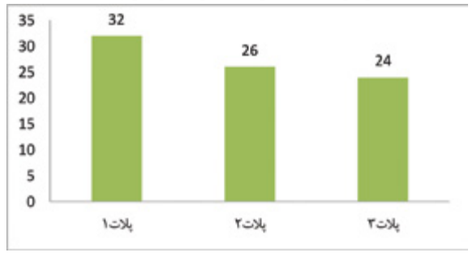
نمودار۳ نشان دهنده میزان رطوبت اولیه خاک در پلات‌ها قبل از شروع آبیاری می‌باشد. با توجه به این نمودار پلات اول دارای بیشترین رطوبت قبل از شروع آبیاری بوده است و پس از آن به ترتیب پلات‌های ۲ و ۳ بیشترین رطوبت را داشته‌اند. با توجه به نتایج حاصل از نمودارهای مربوط به میزان ارتفاع و تناژ حاصل از پلات‌ها، مشاهده گردید پلات ۲ حتی با کمتر بودن میزان رطوبت اولیه خاک نسبت به پلات اول دارای عملکرد بالاتری بود که این امر خود کارایی بالای سوپرجاذب‌ها در حفظ رطوبت خاک و افزایش عملکرد گیاه را نشان می‌دهد. فلانری و بوسچر (۱۹۸۲) و جانسون (۱۹۸۴) نیز گزارش نمودند که استفاده از پلیمرهای آب دوست مقدار رطوبت در دسترس

را در ناحیه رشد ریشه افزایش داده، بنابراین فواصل بین آبیاری‌ها را طولانی‌تر می کند[۸ و ۱۰]. واتانابه و همکاران (۲۰۱۸) نیز با مخلوط نمودن مقادیر مختلف از پلی‌مرهای سوپرجاذب با یک خاک شنی به این نتیجه دست یافتند که کاربرد این مواد منجر به افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاک گردیده است[۱۶].

نمودار۳- درصد رطوبت قبل از آبیاری پلات‌ها



نمودار۴- تعداد راند آبیاری در هر پلات



نتیجه‌گیری

به طور کلی نمودارهای ارتفاع و میزان تناژ تیمارها و پلات‌ها نشان می‌دهند کارایی سوپرجاذب‌های استفاده شده در شرایطی که مزارع با ۳ روز تأخیر آبیاری شدند (پلات۲)، نسبت به آبیاری معمول مزارع (پلات۱) و همچنین نسبت به پلات دارای تأخیر۶ روزه نسبت به آبیاری مزارع (پلات۳) بالاتر بوده است. همچنین تعداد راندهای آبیاری در پلات ۲ از ۳۲ راند در پلات۱ (آبیاری معمول مزارع) به ۲۶ راند کاهش یافت و با توجه به اینکه میزان مصرف آب در هر راند آبیاری برای گیاه نیشکر ۱۳۵۰مترمکعب می‌باشد، لذا پلات دوم نسبت به پلات اول ۲۳ درصد کاهش مصرف آب داشته است. همچنین نتایج نشان می‌دهند در پلات اول بالاترین ارتفاع و بیشترین تناژ تولید شده مربوط به تیمار۳ (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب) می‌باشد. این امر خود نشان می‌دهد در شرایطی که آبیاری بدون تأخیر و همزمان با مزارع انجام می‌شود، استفاده‌ازمقادیر بالای سوپرجاذب نسبت به مقادیر کمتر کارایی بالاتری داشته است. درصورتی که کارایی این تیمار در پلات۲ و پلات۳ که به ترتیب دارای تأخیر ۳ روزه و ۶ روزه در آبیاری بودند نسبت به تیمار۲ (۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب) کمتر بود. این مساله خود نشان دهنده این امر است که در شرایطی که خاک دارای رطوبت کمتری باشد و با تأخیر نسبت به مزارع آبیاری گردد استفاده‌از مقادیر کمتر سوپر جاذب عملکرد بالاتری دارد. بنابراین می‌توان با کاهش مصرف آب با ایجاد تأخیر در راندهای آبیاری به همراه استفاده از مقادیر کمتر سوپرجاذب، عملکرد بالایی را در رشد و ارتفاع نیشکر مشاهده نمود

منابع

۱-ابراهیمی،س.،همایی،م.،واشقانی فراهانی،ا.۱۳۸۶.تورم تناوبی پلیمرهای ابرجاذب‌درمحیط‌متخلخل‌خاک.مجله‌تحقیقات‌مهندسی‌کشاورزی،۱۸.۱:(۴)
۲- اعوانی، ع. ۱۳۸۷. معرفی سوپرجاذب. شرکت آتیه انرژی تلاش.
۳- اله دادی، ا، مؤذن قمصری، ب. و اکبری، غ.ع. ۱۳۸۵ . بررسی کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان راهکاری مهم در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان زراعی. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ۱۵۳.۱۷۳.
۴ - سهراب، ف ،. ۱۳۸۲. ارزیابی تأثیر افزودن مواد جاذب رطوبت بر ظرفیت نگهداشت آب در اراضی آبخیز اردستان .پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۲ ص.
۵- سید دراجی، س، گلچین، ا. و. ش. احمدی. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپر جاذب (super A۲۰۰) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی. نشریه آب وخاک)علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴ (۲): ۳۱۶.۳۰۶.
6. Andry, A., Yamamoto, T., Irie, T., Moritani, S., Inoue, M., and Fujiyama, H. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected temperature and water quality.Journal of Hydrology. 373, 2009, pp.177.183.
7.Bowman, D.C., and Evans, R.Y. Calcium inhibition of poly acryl amide gel hydration is partially reversible by potassium. Hortscience. 26(8), 1991, pp.1063.1065.
8.Flannery, R.L., and Busscher, W.J. Use of synthetic polymer in potting soils to improve water holding capacity. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 1982. 13: 103.111.
9.Islam, M.R., Xue, X.Z., Mao, S., Ren, C.Z., Eneji, A.E., and Hu, Y.G. Effects of water saving superabsorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in oat (Avena sativa L.) under drought stress. J. Sci. Food Agric 91, 2011, pp. 680.686.
10.Johnson, M.A. Effect of soluble salts on water absorption by gel. forming soil conditioners. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1984. 35: 1063.1066
11.Kabiri, K., and Zohorianmehr, M.J. Agricultural super absorbent hydrogel Swelling behavior in successive cycles of adsorption.desorption saltwater. Polymer and Petrochemical Institute. The Research Institute of Process. Paint and Coatings Resins Group area. (In Persian). 2006.
12.Kiatkamjornwong, S. Superabsorbent Polymer and Superabsorbent Polymer Composites. Journal of Science Asia. 33 (1), 2007, pp. 39 – 43.
13.Luo, M., Ziafan, L., and Jinan rt al, L. Effects of water.holding agent on the yield and quality of sugarcane. Sugarcane, 2003, 10(3), pp. 13.15.
14.Singh, I., R.R. Verma, and T.K. Srivastava.Growth, yield, irrigation water use efficiency, juice quality and economics of sugarcane in Pusa hydrogel application under different irrigation scheduling. Sugar Tech. 2018. 20, pp. 29–35.
15.Taban M. and Movahedi Naeini S. A. R. Effect of aquasorb and oranic compost amendments on soil water retention and evaporation with different avaporation potentialsvand oil textures. Communications in Soil Science and Plant Analysis.37, 2006, pp. 2031.2055.
16.Watanabe, K., Saensupo, S., Na.iam, Y., Klomsa.ard, P., & Sriroth, K. Effects of Superabsorbent Polymer on Soil Water Content and Sugarcane Germination and Early Growth in Sandy Soil Conditions. Sugar Tech. 2018.pp. 1.7.

عنوان مقاله:

تئوری صرفه‌جویی در مصرف انرژی کارخانه تولید شکر

Article title: Energy saving theory of sugar factory

نویسنده مسئول: حبیب حاملی
مهندس تکنولوژی‌های صنایع شیمیایی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش جداسازی
مسئول توزیع بخار کارخانه شکر کشت و صنعت حکیم فارابی
EMAIL: Hamelihabib@Gmail.com

ABSTRACT

Rising energy prices have become a major issue in reducing financial costs, and many factories are working to improve energy production and use it more efficiently.

These factors have led to a special look at the evaporator effect unit as the largest consumer of steam energy. Many factories have responded to the demand by modernizing and upgrading their facilities, with the main focus below.

1) Use higher concentration syrup and perform cooking operations in a shorter time. Which is often higher than the initial design capacity of the equipment.

2) Reduce the production of contaminated water condensate, in which case the cost of treatment of this condensate is reduced. (This does not apply to sugarcane plants)

3) Reduce steam consumption by using technology development in the design of evaporators.

4) Maximum use of effect overflow vapors.

5) Try to produce more, clean condensate water from the second effect onwards.

6) Attempts to reduce final steam outflow in the final evaporator effect by condensers.

The key to success in these upgrade programs is to understand that each design parameter must be improved individually. The properties of the syrup and the promotion of evaporators and general energy consumption should be considered as a financial goal of promotion.

A specific job in a particular evaporator may not be appropriate for another factory, and many of these programs may not be acceptable to other factories.

چکیده

افزایش قیمت انرژی تبدیل به مسئله اصلی کاهش هزینه‌های مالی شده و بسیاری از کارخانجات برای بهبود فرآیندهای تولید انرژی و استفاده مؤثر از آن برای رقابت بیشتر اقدام نموده‌اند.

این عوامل باعث گردیده تا به واحد بدنه‌های تبخیر کننده به عنوان بزرگترین مصرف کننده انرژی بخار نگاه ویژه‌ای گردد. بسیاری از کارخانجات با برنامه‌های مدرنیزه کردن و ارتقاء دادن تاسیساتشان به این تقاضا پاسخ دادند که محورهای اصلی در زیر آورده شده است:

۱) استفاده از سیروپ با غلظت بالاتر و انجام عملیات طباخی در زمان کوتاهتر. که غالباً بالاتراز ظرفیت طراحی اولیه تجهیزات است.

۲) کاهش تولید آب کندانس آلوده که در این صورت هزینه تصفیه این کندانس کاهش می‌یابد. (این مورد در کارخانجات نیشکری کاربرد ندارد)

۳)کاهش مصرف بخار با استفاده از توسعه فنآوری در طراحی تبخیرکننده‌ها.

۴) استفاده حداکثری از بخارات سرریز بدنه‌ها.

۵) تلاش در تولید بیشتر آب کندانس تمیز از بدنه‌های دوم به بعد.

۶) تلاش جهت کاهش خروج بخار سرریز نهائی در بدنه تبخیر کننده آخر توسط کندانسورها.

کلید موفقیت در این برنامه‌های ارتقاء، درک این نکته است که هر پارامتر طراحی باید بطور جداگانه بهبود یابد. خواص سیروپ و ارتقاء تبخیر کننده‌ها و انرژی مصرفی کلی باید به عنوان یک هدف مالی ارتقاء مد نظر قرار گیرند.

یک کار مشخص در یک تبخیرکننده مشخص ممکن است برای کارخانه دیگر مناسب نباشد و ممکن است بسیاری از این برنامه‌ها برای کارخانه‌های دیگر مورد قبول نباشد[1].

واژگان کلیدی: بدنه‌های تبخیر کننده، سیروپ، بخار سرریز، آب کندانس

1. Jaen Claude Ptel نویسنده

مقدمه

دو اصل مهم در توسعه و پیشرفت یک صنعت پایداری و ماندگاری آن می‌باشد که به دو عامل زیر بستگی دارد:

۱) افزایش راندمان تولید

۲) کاهش هزینه‌های ثابت و متغیر تولید

چنانچه هر کدام از موارد فوق الذکر رعایت نشود باعث افول و زوال آن صنعت می‌شود، حال مساله این است که هزینه‌های ثابت و متغیر یک کارخانه تولید شکر چیست و چگونه می‌توان آنها و یا بخشی از آنها را کاهش داد که نهایتاً باعث افزایش راندمان و سودآوری کارخانه شود. به عبارت دیگر چه عواملی باعث می‌شود که با افزایش سالانه قیمت محصول (شکر) هزینه‌های تولید به طور نسبی کاهش یابد؟ برای جواب دادن به این سوالات نیاز به آزمایشات و تحقیقات دقیقی است که هزینه‌های اضافی یک شرکت مورد بررسی قرار گیرد لذا ما در این جا به بحث کاهش مصرف انرژی در جهت کاهش هزینه‌های ثابت و متغیر یک کارخانه تولید شکر می‌پردازیم و همچنین نقش کاهش مصرف انرژی در افزایش راندمان تولید شکر مورد بحث می‌باشد.

۱- مدیریت مصرف انرژی

مهمترین راه در صرفه‌جوئی انرژی در یک سیستم داشتن یک مدیریت انرژی صحیح استفاده از انرژی می‌باشد بطوریکه بتوان بر روی ورود و خروج انرژی در یک تصویر تمرکز نمود.

۱-۱- سیستم انرژی در کارخانه باید دارای سه شاخص باشد:

۱-۱-۱- هدف‌های استفاده از انرژی مشخص باشند.

۱-۱-۲- ساختار فرآیند باید بگونه‌ای باشد که بتوان به این اهداف رسید.

۱-۱-۳- به مدیریت این امکان را بدهد که بتواند تغییراتی را در برنامه ایجاد کند.

۱-۲- با توجه به تعریف علمی درباره انرژی، می‌توان صرفه جوئی انرژی را در سه زمینه انجام داد:

۱-۲-۱- جلوگیری از خروج فیزیکی گرما از فرآیند

۱-۲-۲- کاهش مقادیر کار انجام شده

۱-۲-۳- دوباره استفاده کردن از گرما در فرآیند

۱-۳- مهمترین راه‌هایی که گرما بطور فیزیکی از فرآیند خارج می‌گردد شامل:

۱-۳-۱- خروج بخار زنده (ونت)

۱-۳-۲- نشت بخار

۱-۳-۳- ضایعات آب کندانس

۱-۴- مقدار کار را می‌توان به روش‌های زیر کاهش داد:

۱-۴-۱- کاهش دمای فرآیند

۱-۴-۲- حداقل سیرکولاسیون شربت‌ها

۱-۴-۳- بالا گرفتن بریکس تا حداکثر ممکن

۱-۴-۴- کاهش بار الکتریکی مصرفی

۱-۵- استفاده از انرژی گرمایی می‌تواند بصورت‌های زیر باشد:

۱-۵-۱- استفاده از مبدل‌های گرمایی

۱-۵-۲- سیستم اواپراسیون چند بدنه‌ای (یا بهینه سازی استفاده از آنها)

۱-۵-۳- استفاده بهینه از بخار حاصل تبخیر آب موجود در شربت

۲- راهکارهای فرآیندی صرفه‌جوئی در مصرف انرژی

۲-۱- فرآیند تولید شکر بسیار پیچیده، و انرژی بر و دارای شبکه حرارتی منسجمی می‌باشد، بنابراین فن‌آوری‌هایی که می‌توانند عملکرد فرآیند را بهینه کنند، سبب کاهش مصرف انرژی در این صنعت می‌گردد. راهکارهای صرفه‌جویی انرژی در صنعت قند شکر در دو بخش به شرح ذیل طبقه‌بندی می‌گردد:

۲-۱-۱- صرفه‌جویی مصرف انرژی در واحد استخراج شربت

۲-۱-۲- صرفه‌جویی مصرف انرژی در گرم‌کن‌های شربت

۲-۱-۳- صرفه‌جویی مصرف انرژی در واحد اواپراسیون

۲-۱-۴- صرفه‌جویی انرژی در دیگ‌های پخت تحت خلاء

۲-۱-۵- صرفه‌جویی انرژی در واحد سانتریفوژ

با توجه به تمهیدات صورت گرفته تاکنون در قسمت‌های کریستالیزاسیون و پالایش شربت فوکوس بر روی این قسمت‌ها و اصلاحات در این ایستگاه‌ها، هزینه بر و دارای عدم راندمان مناسب می‌باشد لذا این مطلب فقط درمورد استفاده بهینه از بدنه‌های تبخیر کننده می‌باشد.

همانگونه که مستحضرید در بدنه‌های تبخیر کننده دمای شربت ورودی به بدنه اول حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و ضایعات بخار در کندانسور بدنه آخر بسیار زیاد می‌باشد لذا جهت جلوگیری از این ضایعات و استفاده بهینه از بخارهای سرریز و آب کندانس حاصله یکی از بهترین راهکارها استفاده از سیستم پنج بدنه‌ای می‌باشد.

با توجه به اینکه اصلاح و نصب سیستم پنج بدنه‌ای بسیار پرهزینه است لذا طرح استفاده از بدنه‌های کنونی با تغییرات اندک و تبدیل به سیستم پنج بدنه‌ای می‌تواند راهکار مناسبی باشد. لازم بذکر است از

این طرح فقط در زمان یک ست کارکردن کارخانه می‌توان استفاده نمود ولی در عوض با ریت بالاتری می‌توان با یک ست کار کرد.

لازم بذکر است در سیستم پنج بدنه‌ای مصرف بخار تقریباً ۳۰ تن بخار به ازای ۱۰۰ تن نیشکر است ولی در سیستم چهار بدنه‌ای این مصرف حدود ۵۰ تن بخار به ازای ۱۰۰ تن نیشکر محاسبه شده است.

۳- راهکارهای عمومی مصرف انرژی در کارخانه

۳-۱- تولید بهینه بخار در بویلرهای کارخانه

۳-۲- صرفه جویی در مصرف انرژی از طریق نصب تجهیزات بازیافت حرارت خروجی

۳-۳- تولید و استفاده موثر از انرژی الکتریکی و راهکارهای اصلاحی

۳-۴- استفاده از تکنولوژی غشا نیمه تراوا (اسمز معکوس)

۳-۵- استفاده از پمپ‌های حرارتی به منظور صرفه‌جویی انرژی

۳-۶- استفاده از تئوری پینچ

۳-۷- استفاده از سیستم‌های کنترل بهینه در کارخانه

۴- مزایای استفاده از سیستم پنج بدنه‌ای

۴-۱- صرفه‌جویی در استفاده از بخار

۴-۲- کارکردن با ریت نزدیک به ۴۰۰ در یک ست بدنه

۴-۳- استفاده از زمان بیشتر جهت رسوب‌زدائی بدنه‌های دوم، سوم و چهارم

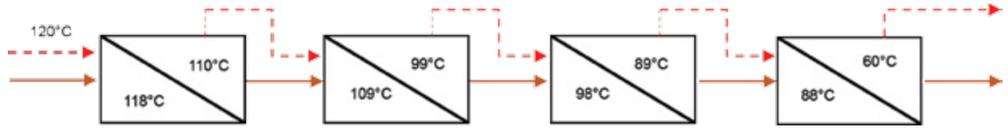
۴-۴- هدر رفت کمتر بخار در کندانسور

۴-۵- تولید آب کندانس بیشتر

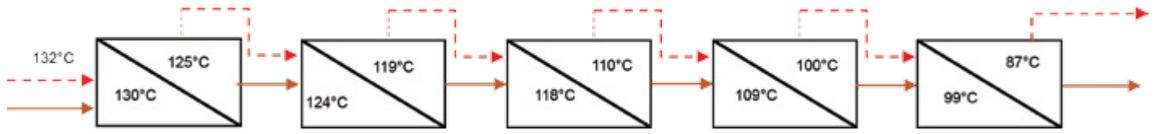
۴-۶- بالا رفتن بریکس خروجی

۴-۷- هزینه پائین اصلاحات با توجه به سیستم کنونی کارخانه

۵- مقایسه اجمالی سیستم چهار بدنه‌ای و پنج بدنه‌ای

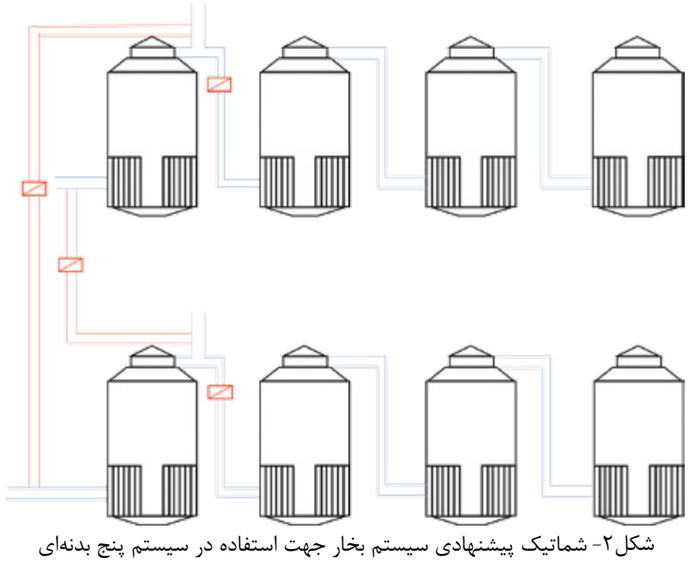


شکل۱- سیستم بدنه‌های تبخیر کننده چهارتایی

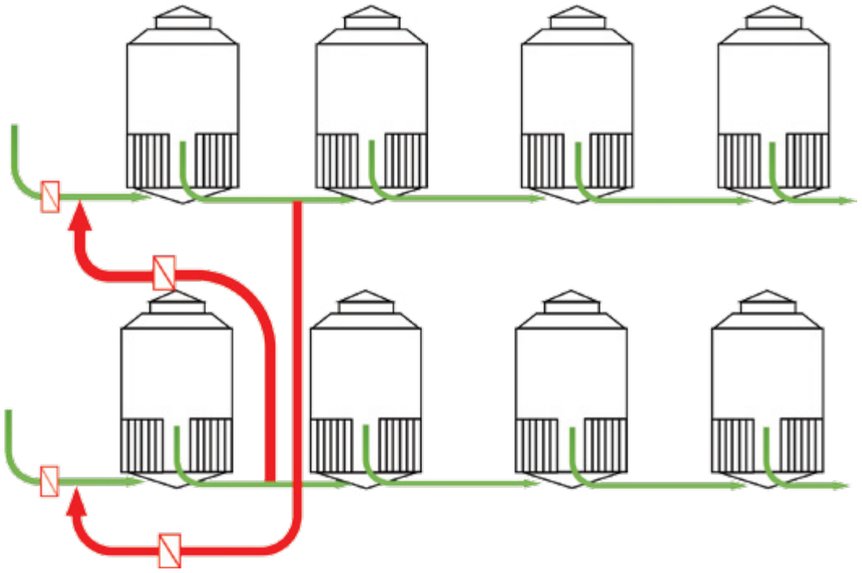


شکل۲- سیستم بدنه‌های تبخیر کننده پنج‌تایی

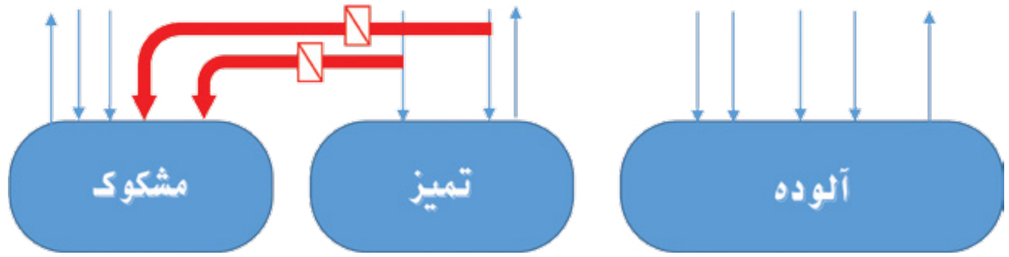
با توجه به سیستم کنونی کارخانه نقشه اصلاحات بدنه‌ها جهت استفاده پنج بدنه‌ای به شرح ذیل می‌باشد.



شکل۲- شماتیک پیشنهادی سیستم بخار جهت استفاده در سیستم پنج بدنه‌ای



شکل۴- شماتیک پیشنهادی سیستم شربت جهت استفاده در سیستم پنج بدنه‌ای



شکل۵- شماتیک پیشنهادی آب کندانس جهت استفاده در سیستم پنج بدنه‌ای

لاینها و ولوهای به‌رنگ قرمز اصلاحات می‌باشند.

بیشترین استفاده از این سیستم در زمان کارکرد با ریت بین یک ست و دو ست و همچنین در زمان رسوب‌زدایی یک‌ست می‌باشد. با توجه به اینکه بدنه‌های اول رسوب بسیار کمتری به نسبت مابقی بدنه‌ها می‌گیرند و همچنین زمان شستشوی شیمیایی آنها بسیار کم و رسوب‌زدایی انها در مدت کمی انجام می‌گیرد لذا استفاده از این سیستم در بهره‌برداری بسیار مناسب می‌باشد و می‌توان در زمان رسوب‌زدایی نیز حداقل روزی ۸۰۰۰ تن نی‌گیری کرده و راندمان کارخانه را حفظ نمود.

منابع

۱- Jaen Claude Ptel: Black liquor Evaporation: Optimizing Performance: AH Lundberg Associates

عنوان مقاله:

تاثیر بیوچار تهیه شده از ضایعات کشاورزی بر میزان نگهداشت آب در مکش‌های مختلف در کشت و صنعت امیرکبیر

Effects of biochar prepared from Agricultural residue on water retention indices in different suctions in Amirkabir Agro-Industry

نویسنده مسئول: بیژن خلیلی مقدم
دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
EMAIL:moghaddam623@yahoo.ie
سایر نویسندگان: شیما قاضیانی
دانش آموخته گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر بیوچار تهیه شده از ضایعات کشاورزی بر میزان نگهداشت آب در کشت و صنعت امیرکبیر می‌باشد. بدین منظور، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با عوامل: بافت خاک در سه سطح، نوع بیوچار در سه سطح (باگاس نیشکر، کاه گندم و شاخ و برگ نیشکر)، در سه تکرار انجام شد. سپس منحنی رطوبتی خاک در مکش‌های با پی‌اف ۰، ۰.۴، ۱، ۱.۸، ۲، ۲.۵۲ و ۴.۱۷ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد، بیوچار باعث افزایش رطوبت خاک و کاهش آب قابل دسترس گیاه و ظرفیت نسبی مزرعه و تخلخل و ظرفیت هوا می‌شود. به طورکلی بیوچار نیشکر درمقایسه با بیوچار گندم دارای درصد افزایش رطوبت کمتر و آب قابل استفاده گیاه بیشتری می‌باشد.

واژگان‌کلیدی: بیوچار، نگهداشت آب، تخلخل، کشت و صنعت امیرکبیر.

ABSTRACT

The aim of the present study is to investigate the impact of biochar prepared from agricultural residues on water retention indices in Amirkabir agro-industries. To this end, a factorial experiment in a completely randomized design with factors such as soil texture at three levels, biochar type at three levels (sugar cane bagasse, wheat straw, and sugar cane leaves) was conducted with three replicates. Subsequently, soil moisture curve in suctions with pF of 0, 0.4, 1, 1.8, 2, 2.52, and 4.17 were measured. The results showed that biochar increases soil moisture and decreases plant available water, relative field capacity, porosity, and air capacity. In general, sugarcane biochar, compared to wheat biochar, results in lower soil moisture and higher plant available water.

KEYWORDS: Biochar, Water retention, Porosity, Amirkabir agro-industries.

مقدمه

کاربرد بیوچار (زغال زیستی) در خاک به عنوان اصلاح‌کننده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک یکی از این راهکارهای مدیریتی می‌باشد. بیوچار زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است، که سوختن آن در حضور کم یا عدم حضور اکسیژن انجام می‌شود. زغال زیستی منبع مناسبی برای بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد و رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد، و خاک را برای کشت در دراز مدت در مناطق گرمسیری مناسب نگاه می‌دارد. کاربرد زغال زیستی در مدیریت محیط زیست، بهبود ساختمان خاک، مدیریت پسماندها، کاهش خطر تغییر اقلیم و تولید انرژی می‌باشد. مطالعات نشان داده است که زغال زیستی پتانسیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی و همچنین وضعیت خلل و فرج خاک‌های رسی را داشته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که این ماده به عنوان یک اصلاح‌کننده خصوصیات فیزیکی خاک‌های رسی مورد توجه قرار بگیرد. چرا که مطالعات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نیز نشان می‌دهند که زغال زیستی یک اصلاح‌کننده آلی برای بهبود ویژگی‌های خاک است. این ماده کاهش دهنده پهاش، چگالی ظاهری، آبشویی عناصر غذایی از خاک و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش‌دهنده ظرفیت تبادل کاتیونی، استفاده موثر از آب و عناصر غذایی و محل زیست میکروارگانیسم‌ها می‌باشد[۱]. بیوچار بسیار متخلخل است. بنابراین کاربرد آن در خاک باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله؛ تخلخل خاک، توزیع اندازه ذرات خاک، چگالی ظاهری خاک، محتوای رطوبت خاک، ظرفیت نگهداشت آب در خاک یا محتوای آب در دسترس گیاه و نفوذ یا هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود.

از آنجایی که در استان خوزستان بویژه کشت و صنعت‌های نیشکر مقادیر زیادی ماده آلی تولید می‌شود؛ و از طرفی میزان مواد آلی خاک به دلیل گرمای زیاد بسرعت اکسیده می‌گردد. لذا این پژوهش در راستای استفاده از بیوچار در جهت افزایش میزان مواد آلی با هدف بررسی اثر نوع و مقدار زغال زیستی بر نگهداشت آب در خاک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک کشت و صنعت امیرکبیر نمونه‌برداری گردید و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد سپس آنالیزهای مورد نظر برروی آن انجام پذیرفت.

تهیه زغال زیستی

به منظور تهیه زغال زیستی از باگاس نیشکر، کاه‌گندم و ترش‌نیشکر (شاخ و برگ نیشکر) استفاده شد. روش کار به این صورت بود که ماده خام اولیه برای تهیه زغال زیستی ایده‌آل با درصد کربونیزه‌شدن بالا ابتدا به خوبی هوا خشک شدند. سپس درون کوره قرار داده شدند، به صورتی که سه چهارم حجم کوره را ماده اولیه اشغال نماید. دمای مناسب برای فرایند پیرولیز زغال زیستی برروی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم و جهت کنترل دما نیز از دماسنج لیزری استفاده شد (مدت زمان حرارت دهی ۴-۳ ساعت). درجه تیرگی رنگ زغال زیستی نشان از میزان کربونیزه‌شدن و کیفیت زغال زیستی دارد. برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی زغال زیستی از نسبت ۱۰:۱ زغال زیستی به آب استفاده شد. برای مدت ۲۴ ساعت محلول تهیه شده نگهداری شد و سپس هدایت الکتریکی آن قرائت گردید[۳].

اندازه‌گیری رطوبت در مکش‌های مختلف

برای اندازه‌گیری منحنی مشخصه خاک تا مکش ۱ متر، از وسیله‌ای به نام دستگاه جعبه ماسه‌ای استفاده شد. اندازه‌گیری رطوبت در مکش‌های زیاد، با اعمال فشار منفی معتبر نمی‌باشد. زیرا وقتی که فشار یک بار می‌شود (۱۰۰۰ سانتی‌متر ستون آب)، بدون نشت حباب‌های هوا، آب از اطراف غشاء نشت می‌یابد. بنابراین مکش‌های زیاد با فشار مثبت اندازه‌گیری شدند. منحنی مشخصه خاک در مکش‌های زیاد تحت تاثیر بافت خاک می‌باشد و مستقل از ساختمان خاک است. از این رو در محدوده مکش‌های زیاد می‌توان از نمونه‌های دست خورده استفاده کرد. اندازه‌گیری مکش‌های ۱/۰ تا ۱۵ بار توسط دستگاه صفحات فشاری انجام می‌شود. پس از محاسبه منحنی رطوبتی خاک در پاف‌های مختلف. ۰، ۴/۰، ۱، ۸/۱، ۲، ۵۲/۲، ۴.۱۷ که معادل ۰، ۵/۲، ۱۰، ۶۳، ۱۰۰، ۳۳۳(FC)، ۱۵۰۰۰ (PWP) سانتی‌متر می‌باشد.

مشخصات طرح آزمایشی

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی فاکتورها شامل؛ عامل اول: چهار نوع بیوچار: بدون بیوچار(۰)، باگاس نیشکر، شاخ و برگ نیشکر، کاه گندم. عامل دوم مقدار بیوچار در چهار سطح (۰، ۱، ۳ و ۵ درصد وزنی). عامل سوم بافت خاک در سه سطح انجام گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بیوچار مورد استفاده

جدول۱ نشان دهنده ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی بیوچار مورد استفاده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچار

زغال زیستی	فسفرکل (mg/kg)	پتاسیم کل (mg/kg)	ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol+/kg)	شوری (ds/m)	پهاش
باگاس نیشکر	۲/۶	۷۳۳	۲۷/۹۳	۳/۸۸	۷/۵۳
ترش نی	۱/۸۲	۸۱۹	۲۵/۶۵	۱/۲۴	۷/۷۸
کاه گندم	۱/۷	۷۱۹	۲۹/۲۳	۱/۹۲	۷/۷۹

جداول ۲ و ۳ نشان‌دهنده تاثیر تیمارهای مختلف بر میزان رطوبت در پاف‌های مختلف است. مطابق این جداول در تمام تیمارهای مورد بررسی کاه‌گندم باعث نگهداشت بیشتر آب در خاک نسبت به دو بیوچار دیگر شده است. همچنین تاثیر باگاس نیشکر و شاخ و برگ نیشکر در نگهداشت آب در پاف‌های مختلف از نظر آماری یکسان است. در پاف‌های مورد مطالعه با افزایش درصد بیوچار میزان نگهداشت آب نیز بیشتر شده است. بیشترین میزان رطوبت در تیمارهای دارای ۵ درصد بیوچار و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین در خاک‌های با بافت رسی بیشترین میزان رطوبت، در پاف‌های مختلف، مشاهده گردید. بافت لوم و رس‌شنی نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری از نظر نگهداشت رطوبت با هم نداشتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر منحنی رطوبتی خاک در پاف‌های مختلف

نوع تیمار	سطوح تیمار	پاف صفر	پاف ۰/۴	پاف ۱	پاف ۱/۸
نوع بیوچار	شاهد	۳۱ /۰۵۷c	۳۰/۴۳۷c	۲۹/۸۵۷c	۲۹/۲۹c
	باگاس نیشکر	۳۸/۱۱۵b	۳۷/۵۱۷b	۳۶/۹۱۳b	۳۶/۳۳۷b
	کاه گندم	۴۴/۰۷۳a	۴۳/۱۳۵a	۴۲/۳۱۴a	۴۱/۷۶۲a
	شاخ و برگ نیشکر	۳۸/۷۸۶b	۳۷/۷۲۲b	۳۶/۵۵۷b	۳۶/۱۴۱b
درصد بیوچار	۰	۳۱ /۰۵۷d	۳۰ /۴۳۷d	۲۹ /۸۵۷d	۲۹ /۲۹d
	۱	۳۵/۹۷۸c	۳۵/۳۱۷c	۳۴/۴۳۷c	۳۴/۰۴۱c
	۳	۴۰/۳۳۶b	۳۹/۵۳۸b	۳۸/۸۴۴b	۳۸/۳۴۷b
	۵	۴۴/۶۶a	۴۳/۵۱۹a	۴۲/۵۰۴a	۴۱/۸۵۳a
بافت خاک	لوم	۳۸/۸۳b	۳۸/۱۰۱a	۳۷/۲۶۳b	۳۶/۶۱۶b
	رسی	۴۰/۴۰۱a	۳۹/۵۰۹a	۳۸/۸۶a	۳۸/۳۳۸a
	رسی شنی	۳۸/۹۶b	۳۸/۰۵۷a	۳۷/۰۴۱b	۳۶/۶۴۸b

میانگین‌های با حروف مشترک، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر منحنی رطوبتی خاک در پاف‌های مختلف

نوع تیمار	سطوح تیمار	پاف ۲	پاف ۲/۵۲	پاف ۴/۱۷
نوع بیوچار	شاهد	۲۸ /۳۳c	۲۰/۱۳c	۱۶/۰۹c
	باگاس نیشکر	۳۵/۸۸b	۲۸/۶۵۵b	۲۵/۵۲b
	کاه گندم	۴۱/۲۵a	۳۰/۸۸a	۲۹/۳۲a
	شاخ و برگ نیشکر	۳۵/۰۹b	۲۸/۱۹b	۲۶/۴۹b
درصد بیوچار	۰	۲۸ /۳۳d	۲۰/۱۳d	۱۶/۰۰d
	۱	۳۳/۶۵c	۲۵/۰۷c	۲۳/۴۴c
	۳	۳۷/۷۴b	۲۸/۹۸b	۲۶/۴۸b
	۵	۴۰/۸۳a	۳۳/۶۶a	۳۱/۳۱a
بافت خاک	Loam	۳۵/۹۶b	۲۷/۰۵b	۲۴/۸۱b
	Clay	۳۷/۶۵a	۲۹/۵۱a	۲۷/۳۱a
	Sandy clay	۳۵/۹۷b	۲۸/۳۶a	۲۵/۶۶b

میانگین‌های با حروف مشترک، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

تخلخل درشت

نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف بر میزان تخلخل درشت خاک در پاف مختلف نشان می‌دهد تاثیر تمام تیمارهای مورد بررسی در پاف‌های ۰/۴، ۱، ۱/۸ غیر معنی‌دار شده است. در پاف۲ اثر نوع و درصد بیوچار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده اما تاثیر سایر تیمارها معنی‌دار نمی‌باشد. در مکش پنج بار تاثیر نوع بیوچار، اثر متقابل نوع بیوچار و درصد بیوچار، نوع بیوچار و بافت خاک و همچنین برهمکنش سه تیمار نوع بیوچار، درصد بیوچار و بافت خاک درسطح احتمال یک درصد، و اثر بافت خاک و برهمکنش درصد بیوچار و بافت خاک درسطح احتمال ٪۵ معنی‌دار شده است. اما تاثیر درصد بیوچار بر این فاکتور معنی‌دار نمی‌باشد. در پاف ۴/۱۷ اثر متقابل نوع بیوچار و درصد بیوچار و برهمکنش سه تیمار نوع بیوچار، درصد بیوچار و بافت خاک در سطح احتمال یک درصد و اثر نوع بیوچار و اثر متقابل نوع بیوچار و بافت خاک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. اما اثر درصد بیوچار، بافت خاک و اثر متقابل درصد بیوچار و بافت خاک معنی‌دار نمی‌باشد.

تاثیر درصد بیوچار بر میزان تخلخل درشت خاک در پاف ۲ نشان داد که در درصدهای یک و سه درصد بیوچار میزان تخلخل درشت خاک نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است اما در تیمار دارای ۵ درصد بیوچار میزان تخلخل درشت خاک افزایش یافته و به بیشترین حد ممکن خود رسید. در این تیمار میزان تخلخل درشت خاک ۳/۸۱۷ درصد بود. تیمارهای دارای یک درصد بیوچار با میانگین ۲/۳۲۱ درصد کمترین میزان تخلخل درشت را داشت.

آب قابل دسترس گیاه

تاثیر نوع بیوچار در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل درصد بیوچار و بافت خاک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است اما اثر درصد بیوچار و بافت خاک و اثر متقابل نوع بیوچار و بافت خاک، نوع بیوچار و بافت خاک و برهمکنش سه تیمار نوع بیوچار، درصد بیوچار و بافت خاک معنی‌دار نمی‌باشد.

ظرفیت نسبی مزرعه

تاثیر بافت خاک، اثر متقابل نوع بیوچار و درصد بیوچار و برهمکنش سه تیمار نوع بیوچار، درصد بیوچار و بافت خاک در سطح احتمال یک درصد و اثر نوع بیوچار و درصد بیوچار درسطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. اما اثر متقابل نوع بیوچار و بافت خاک، درصد بیوچار و بافت خاک از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. افزودن بیوچار باعث افزایش میزان ظرفیت نسبی مزرعه می‌شود. بیشترین میزان

ظرفیت نسبی در تیمارهای حاوی باگاس نیشکر به دست آمد که اختلاف آن با تیمارهای حاوی شاخ و برگ نیشکر از نظر آماری معنی‌دار نیست. کمترین میزان این صفت نیز با میانگین ۰/۶۵۹ در تیمار شاهد مشاهده شد.

بررسی تاثیر درصد بیوچار بر میزان ظرفیت نسبی مزرعه نشان داد که با افزایش درصد بیوچار میزان ظرفیت نسبی مزرعه نیز افزایش می‌یابد. بیشترین میزان ظرفیت نسبی مزرعه در تیمار دارای ٪۵ بیوچار مشاهده شد. این تیمارها به طور میانگین دارای ظرفیت نسبی ۰/۷۶ بودند. کمترین میزان ظرفیت نسبی مزرعه نیز در تیمار شاهد با میانگین ۰/۶۵۹ مشاهده گردید. تاثیر برهمکنش سه تیمار نوع بیوچار، درصد بیوچار و بافت خاک بر میزان ظرفیت نسبی مزرعه نشان داد که افزودن سطوح مختلف بیوچار به خاک‌های با بافت مختلف باعث افزایش ظرفیت نسبی مزرعه شده است. در بین بیوچارهای مختلف باگاس نیشکر بیشترین تاثیر را بر میزان ظرفیت نسبی داشته و در خاک‌رسی و شنی‌رسی بیشترین میزان ظرفیت نسبی مزرعه را نسبت به تیمارهای دیگر ایجاد کرده است. کمترین میزان ظرفیت نسبی نیز در خاک لومی فاقد بیوچار مشاهده شد که میانگین آن ۰/۵۰۲ بود.

بیوچار حالتی از مواد آلی است که بسیار پایدار است و مقاومت آن در برابر تجزیه میکروبی زیاد است. به‌طوری که می‌تواند صدها سال در خاک مقاومت نماید[۱]. بنابراین این ماده می‌تواند برای سالیان زیادی بر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک اثرگذار باشد. از آنجایی که خاک‌های کشور ایران به ویژه استان خوزستان، دارای مقادیر کم ماده آلی هستند، و این ماده آلی به دلیل گرمای زیاد سریع تجزیه می‌شود، بنابراین، استفاده از بیوچار کمک شایانی به حفظ ماده آلی خاک می‌نماید. مطالعات زیادی نشان داده است که بیوچار بر نگهداشت آب در خاک و سایر ویژگی‌های فیزیکی خاک موثر می‌باشد. اما به دلیل شرایط آزمایشی متفاوت مانند نوع خاک، نوع بیوچار، مقدار بیوچار، نتایج متفاوتی حاصل شده است [۲]. به نظر می‌رسد بیوچار به دلیل ماهیت متخلخل و سطح ویژه زیاد آن دارای منافذی برای ذخیره آب باشد. بدین منظور در این پژوهش از سه نوع ماده آلی (باگاس نیشکر، شاخ و برگ نیشکر و کاه گندم) که در کشت و صنعت‌های استان خوزستان به وفور یافت می‌شوند، برای تولید بیوچار استفاده گردید.

افزودن هر نوع بیوچار با هر درصدی باعث افزایش درصد رطوبت در همه کشت و صنعت‌ها گردید. نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین مانند سینق و همکاران [۴]. همخوانی دارد. این محققین گزارش کردند که میزان رطوبت حجمی برای هر مکش با افزودن بیوچار افزایش یافته است. که این افزایش درصد رطوبت خاک به تخلخل، سطح ویژه و ظرفیت جذب نسبی بیشتر بیوچار نسبت به مواد آلی خاک برمی‌گردد [۴]. بعضی از محققین [۱] معتقدند که نگهداشت آب در خاک به توزیع و پیوستگی منافذ بستگی دارد. که این توزیع و پیوستگی تابع بافت خاک، ساختمان و مقدار بیوچار است. در مکش‌های کم نگهداشت آب در خاک، تابع ساختمان و مقدار بیوچار است. که با نتایج این پژوهش هماهنگ می‌باشد. که از میان سه بیوچار استفاده شده، بیوچار کاه گندم، باعث افزایش درصد رطوبت خاک در همه مکش‌ها گردیده است.

نتیجه‌گیری

بیوچار به عنوان یک ماده اصلاح‌کننده برای بهبود خواص خاک پیشنهاد می‌گردد. در این پژوهش از بیوچار باگاس نیشکر، شاخ و برگ نیشکر (ترش‌نی) و کاه گندم برای بهبود ویژگی‌های پایداری خاکدانه و نگهداشت رطوبت خاک در سه کشت و صنعت امیرکبیر، کارون و هفت تپه استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که با اطمینان نمی‌توان گفت که بیوچار موجب بهبود خواص فیزیکی خاک می‌گردد. اثرات بیوچار بر نگهداشت آب در خاک، ظرفیت آب و هوا و پایداری خاکدانه‌ها در کشت و صنعت‌های مختلف، متفاوت بوده است. اثرات بیوچار بر خواص فیزیکی خاک به نوع بیوچار، بافت خاک و سابقه کشت و کار بر می‌گردد. در این پژوهش اثرات کوتاه مدت (۶ماهه) بیوچار بر ویژگی‌های مذکور در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت، که قابل تعمیم به دوره‌های دراز مدت و شرایط مزرعه‌ای نمی‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود اثرات دراز مدت کاربرد بیوچار بر خواص فیزیکی و هیدرولیکی خاک به ویژه در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1-Castellini, M. 2015. Impact of biochar addition on the physical and hydraulic properties of a clay soil. Soil and Tillage Research, 154:1-13.

2-Laird, D.A, and D. Karlen. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158: 436-442.

3-Rajkovich, S., and J. Lehman. 2012. Corn growth and nitrogen nutition after additions of biochars with varing properties to a temperate soil. Biology and fertility of soils, 48: 271-284.

4-Singh, B, Singh, B.P, and Cowie, A.L. 2010. Characterisation and evulation of biochars for their application as a soil amendment. Soil research, 48: 516-525.

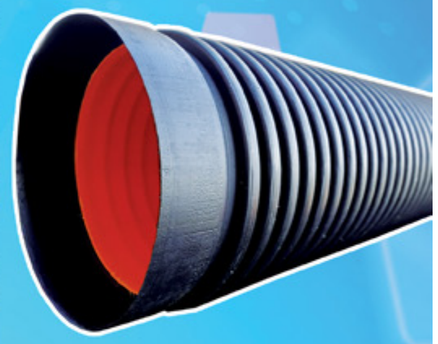
سال جهش تولید ۱۳۹۹

شرکت آبان بسپار توسعه

افتخاری دیگر در سال مزین به نام «جهش تولید»

افزایش ۲ برابری سرعت تولید

لوله های پلی اتیلنی کاروگیت دار قطر ۴۰۰ میلی متر



- لوله پلی اتیلن تکجداره و دوجداره
- کیسه بسته بندی پلی پروپیلنی
- لوله زهکشی
- لوله و سازه های بتنی
- لوله آبیاری تاشو

۰۶۱-۳۳۱۳۰۸۹۰-۹۴

WWW.ABT-PIPE.COM

نشانی: اهواز، کیلومتر ۱۰ جاده آبادان.

با نیم قرن تجربه

صنعت آرین

سیاه پلو اکسین پارس

Soorin Sanat Oxin Pars Co.

تولیدکننده انواع قطعات و تجهیزات صنعتی وکشاورزی

برخی از مشتریان

تریلر ۱۸تن حمل نی

Technical Data	Model:SSOP-TR4W18C	مشخصات فنی
Net Capacity	18 Tonne	ظرفیت
Machine Type	Semi Tandem	نوع دستگاه
Work Width	320 cm	عرض دستگاه
Total Length	970 cm	طول دستگاه
Basket Height	350 cm	ارتفاع سبد
Requirement Hp	110-150 hp	توان مورد نیاز
Max Velocity	20 km/hr	حداکثر سرعت دستگاه
Net Weight	10300 kg	وزن دستگاه

پیشتاز در تولید تریلرهای حمل نیشکر

تریلر ۱۰ تن حمل قلمه وکود شیمیایی

Technical Data	Model:SPA-TR4W10C	مشخصات فنی
Net Capacity	10 tonne	ظرفیت
Axis Quantity	2	تعداد محور
Work Width	250 cm	عرض دستگاه
Total Length	720 cm	طول دستگاه
Requirement Hp	70-110 cm	توان مورد نیاز
Max Velocity	20 km/hr	حداکثر سرعت دستگاه
Net Weight	1550 kg	وزن دستگاه

تلفن: ۰۶۱۳۳۳۱۰۲۸۴-۶

فکس: ۰۶۱۳۳۳۱۰۲۸۲

ایمیل: info@soorinsanat.ir

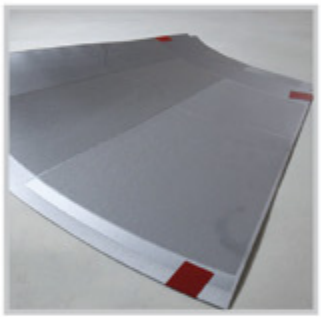
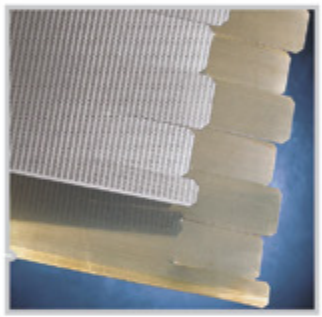
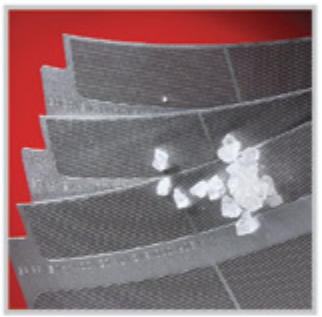
www.soorinsanat.ir

آدرس شرکت: اهواز، کیلومتر۵ جاده اهواز – خرمشهر، نرسیده به بازار آهن غرب، انتهای کوچه جنب جایگاه سوخت هاشمی

AYRAL آیرال

گروه صنعتی آیرال پارت

تامین کننده قطعات و تجهیزات صنعتی صنایع قند و شکر

به مدت محدود

فروش ویـــــژه

توری سانتریفوژ و تجهیزات رسوب زدایی

استعلام آنلاین

www.ayralpart.ir

تلفن: ۰۹۱۲۵۷۰۳۴۱۳

فکس: ۰۲۱۸۹۷۷۲۸۶۱