شماره ۶۰ , ۶۱– زمستان ۱۴۰۱ و بهار ۱۴۰۲

نیشکر

نشریه علمی ترویجی جمعیت علمی فرآوری نیشکر ایران

مقالات این شماره:

- **بررسی و آنالیز عناصر فلزات سنگین (مس، سرب، روی، کادمیوم، آهن و منگنز) در لوله‌های آبیاری پلیمری هیدروفلوم استفاده شده در مزارع کشاورزی**
  هادی گودرزی، مسعود عباسی
- **تغییرات وضعیت شوری و سدیمی شدن خاک در دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای نیشکر**
  الهام زنگنه یوسف‌آبادی، اکبر کریمی، علی شینی دشتگل، عبدعلی ناصری، شعبان زارعی
- **تعیین مهمترین ویژگی‌های موثر در شاخص‌های کیفیت خاک در مزارع تحت کشت بلند مدت نیشکر در منطقه جنوب غربی ایران**
  علیرضا ظهیرنیا
- **پیامد کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت بر ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و عملکرد نیشکر در دو خاک با بافت لومی و رسی‌سیلتی**
  شیلا خواجوی شجاعی، امیر سراغی، کوروش مسعودیان خوزانی
- **تعیین بهترین زمان انجام عملیات هیلینگ‌آپ براساس ارتفاع گیاه در واریته CP۶۹-۱۰۶۲ در شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی**
  حسین نوروزی، علی شینی دشتگل، شعبان زارعی و قدرت‌اله سعیدی‌مجد
- **ترجمه مقاله: ارزیابی عملکرد دو حسگر اندازه‌گیری سطح گل در کلاریفایرهای شربت**
  مارال عجمیان
- **دستورالعمل فنی تولید سریع بیوکمپوست غنی شده از پسماندهای نیشکر (سرشاخه و باگاس)**
  حسین موذن رضامحله، غلامرضا صالحی جوزانی

نشریه علمی
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران
تحت نظر وزارت علوم تحقیقات و فناوری

سال دوازدهم | شماره ۶۰ , ۶۱ | زمستان ۱۴۰۱ و بهار ۱۴۰۲

فهرست مقالات این شماره

سرمقاله: معرفی کشت مخلوط (اینترکراپ) در زراعت نیشکر ۱
دکتر آقاجان بهادری، مدیر عامل موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی

بررسی و آنالیز عناصر فلزات سنگین (مس، سرب، روی، کادمیوم، آهن و منگنز) در لوله‌های آبیاری پلیمری هیدروفلوم استفاده شده در مزارع کشاورزی * هادی گودرزی، مسعود عباسی ۲

تغییرات وضعیت شوری و سدیمی شدن خاک در دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای نیشکر * الهام زنگنه یوسف‌آبادی، اکبر کریمی، علی شیخ دشتگل، عبدعلی ناصری، شعبان زارعی ۱۰

تعیین مهمترین ویژگی‌های موثر در شاخص‌های کیفیت خاک در مزارع تحت کشت بلند مدت نیشکر در منطقه جنوب غربی ایران * علیرضا ظهیرنیا ۱۸

پیامد کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت بر ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و عملکرد نیشکر در دو خاک با بافت لومی و رسی سیلتی * شیلا خواجوی شجاعی، امیر سرائی، کوروش مسعودیان خوزانی ۲۸

تعیین بهترین زمان انجام عملیات هیلینگ‌آب براساس ارتفاع گیاه در واریته CP۶۹-۱۰۶۲ در شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی * حسین نوروزی، علی شیخ دشتگل، شعبان زارعی و قدرت‌اله سعیدی‌مجد ۳۴

ترجمه مقاله: ارزیابی عملکرد دو حسگر اندازه‌گیری سطح گل در کلاریفایرهای شربت * مارال عجمیان ۴۱

دستورالعمل فنی تولید سریع بیوکمپوست غنی شده از پسماندهای نیشکر (سرشاخه و باگاس) * حسین موذن رضامحله، غلامرضا صالحی جوزانی ۴۸

نشانی دفتر نشریه:

اهواز، بلوار گلستان، سه راه گلستان، شرکت توسعه
نیشکر و صنایع جانبی، بلوک ۷، واحد ۸
کدپستی: ۶۱۳۴۸۱۳۴۶۹
تلفن: ۶۰-۰۶۱۳۳۱۳۰۳۵۹
وب سایت: www.irssct.com
پست الکترونیک: irssct@gmail.com

صاحب امتیاز:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران
ناشر:
جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران
مدیر مسئول:
مهندس افشین آریز
سردبیر:
دکترحسین موذن رضامحله
هیات تحریریه:
مهندس افشین آریز، دکتر حسین موذن رضامحله
دکتر عبدعلی ناصری، دکتر موسی مسکرباشی
مهندس سیروس چهرازی
ویراستار و صفحه‌آرا:
مهندس مینا طیبی

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"

معرفی کشت مخلوط (اینترکراپ) در زراعت نیشکر

دکتر آقاجان بهادری؛ مدیر عامل موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی

کشت مخلوط (Intercropping)

به کشت دو یا چند محصول زراعی در یک زمان و در یک قطعه زمین کشت مخلوط می‌گویند و شامل انواع مختلفی از جمله کشت مخلوط ردیفی می‌باشد. افزایش سریع جمعیت و افزایش تقاضا برای اشتغال و تولید از یک طرف و محدودیت زمین برای گسترش کشاورزی به منظور کسب درآمد بیشتر برای رفع نیازهای بنگاه‌های اقتصادی کشاورزی خرده مالک و صنعتی از طرف دیگر، ضرورت به‌کارگیری سیستم کشاورزی کشت مخلوط را نشان می‌دهد. از جمله مزایای کشت مخلوط افزایش تولید محصول در واحد سطح، حداکثر استفاده از منابع شامل آب، خاک و نور، حفاظت خاک و افزایش حاصلخیزی آن و کاهش میزان مصرف سموم در مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد ولی در خصوص کشت مخلوط دو محصول با هم بایستی مطالعات دقیقی صورت گیرد تا دو گیاه زراعی مورد نظر کمترین رقابت بین گونه‌ای را با همدیگر داشته و اثر سوء آللوپاتیکی بر هم نداشته باشند. همچنین در خصوص کشت مخلوط دو گیاه زراعی باهم، نیاز است که مطالعات لازم در مورد چگونگی استفاده از ماشین آلات کشت، داشت و برداشت و چگونگی کاربرد کودها و سموم کنترلی علف هرز در آنها، صورت گیرد. در زراعت نیشکر نیز با توجه به اینکه در شرایط خوزستان، در فاصله‌ی زمانی اول مهرماه تا اواخر اسفند ماه رشد رویشی گیاه نیشکر بطئی و کند است و از طرفی فاصله مرکز به مرکز پشته‌ها و فاروهای متوالی، به ترتیب در مزارع پلنت (قبل از هلینگ‌آپ) و راتون، ۱۸۳ سانتی‌متر می‌باشد و فضای مناسبی برای کشت گیاهان بینابینی که کمترین رقابت را با نیشکر داشته و طول دوره کشت، داشت و برداشت آنها منحصر به اول مهر ماه تا پایان اسفندماه می‌باشد، می‌توان از کشت مخلوط (اینترکراپ) نیشکر به منظور استفاده بهینه از منابع تولید از جمله انرژی نور خورشید، زمین و آب و افزایش بهره‌وری آنها، بهبود ساختمان فیزیکی و حاصلخیزی خاک، کنترل علف‌های هرزی که در فضای خالی بین ردیف‌های نیشکر رویش می‌یابند و همچنین به‌منظور ایجاد زمینه‌ی کاری جدید و افزایش تولید در واحد سطح، استفاده لازم را بعمل آورد.

عنوان مقاله:

بررسی و آنالیز عناصر فلزات سنگین (مس، سرب، روی، کادمیوم، آهن و منگنز) در لوله‌های آبیاری پلیمری هیدروفلوم استفاده شده در مزارع کشاورزی

Investigation and analysis of heavy metal elements (copper, lead, zinc, cadmium, iron and manganese) in hydroflom polymer irrigation pipes used in agricultural fields

نویسنده مسئول: هادی گودرزی
رئیس اداره کنترل کیفیت شرکت آبان بسپار توسعه
ایمیل نویسنده: info.hadigoodarzi@gmail.com
سایر نویسندگان: مسعود عباسی
کارشناس آزمایشگاه شرکت آبان بسپار توسعه

چکیده

تجمع فلزات سنگین و افزایش غلظت آنها و رسیدن به محدوده خطر می‌تواند از طریق ورود به زنجیره غذایی انسان، سلامتی او را مورد تهدید قرار دهد. بنابراین پایش مداوم غلظت آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. لذا این مطالعه با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین و ارزیابی خطر ناشی از آنها در لوله‌های آبیاری هیدروفلوم به کار رفته در مزارع کشاورزی انجام گرفت. در یک اکوسیستم کشاورزی فاکتورهایی باعث افزایش تحرک برخی فلزات می‌شوند که نتیجه آن را در برداشت بوسیله شستشو از طریق آب و ورود آن به آب زیرزمینی می‌توان مشاهده نمود. در مقایسه با دیگر فلزات سنگین مطالعه شده در این پژوهش، Zn کمترین اثر سمی را دارد و در واقع یک فلزی است که در مقادیر کم ضروری است. همچنین مشخص گردید تجمع فلزات سنگین در زمین‌هایی که از فاضلاب شهری یا صنعتی استفاده می‌کنند، ارتباط مستقیم و بالایی با آلودگی عناصر سنگین و همچنین با سلامت محیط زیست دارد. با توجه به معایب و مزایای روش‌های مختلف حذف فلزات سنگین در ارزیابی انجام شده با در نظر گرفتن مولفه‌های بهره‌وری و محدودیت‌ها روش تبادل یونی به عنوان روش بهینه پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، غلظت آلاینده‌ها، لوله‌های آبیاری هیدروفلوم، ارزیابی خطر.

Abstract

Accumulation of heavy metals and increasing their concentration and reaching the dangerous range can threaten human health through entering the food chain. Therefore, continuous monitoring of the concentration of pollutants in agricultural products is of great importance. Therefore, this study was conducted with the aim of investigating the concentration of heavy metals and evaluating the risk caused by them in hydroflum irrigation pipes used in agricultural fields. In an agricultural ecosystem, factors increase the mobility of some metals, the result of which can be seen in the harvesting by washing through water and its entry into the underground water. Compared to other heavy metals studied in this research, Zn has the least toxic effect and is actually a metal that is essential in small amounts. It was also found that the accumulation of heavy metals in the lands that use urban or industrial wastewater has a direct and high relationship with the pollution of heavy elements and also with the health of the environment. According to the disadvantages and advantages of different methods of removing heavy metals in the evaluation carried out by considering the productivity components and limitations, the ion .exchange method is suggested as the optimal method

keywords: Heavy metals, Concentration of pollutants, Hydroflum irrigation pipes, Risk assessment.

مقدمه

آب مهمترین و ارزشمندترین منبع طبیعی است که نقش اساسی در زندگی بشر دارد. امروزه آلودگی آب به فلزات سنگین به دلیل خطرات بی‌شمار برای سلامت مصرف‌کنندگان، به‌عنوان مشکل اساسی زیست محیطی شناخته شده، بنابراین مطالعات مرتبط با آلودگی آب بسیار با اهمیت گردیده است. به همین منظور در این پایش سه نمونه از لوله‌های آبیاری هیدروفلوم جهت ارزیابی غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیم، کروم، مس، روی و منگنز، جمع‌آوری شده است. شاخص آلودگی فلزات سنگین (HPI) برای ارزیابی کیفیت آب در لوله‌های آبیاری هیدروفلوم به کار رفته در مزارع کشاورزی، بر پایه غلظت شش فلز سنگین مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آنالیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ضریب همبستگی پیرسیون تعیین گردید. با توجه به غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مختلف در می‌یابیم که غلظت همه فلزات سنگین پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد. با بررسی شاخص آلودگی فلزات سنگین (HPI) در می‌یابیم که کلیه نمونه‌های برداشت شده از نظر آلودگی به فلزات سنگین در وضعیت مناسب قرار دارند. با این حال نظارت بر منابع ورود این آلاینده‌ها و کنترل خطرات بوم شناختی آنها توصیه می‌شود. بحران محدودیت منابع آب در مناطق مختلف کشور به ویژه در استان خوزستان طی سال‌های اخیر تشدید شده و لازم است برای افزایش راندمان آب مصرفی تمهیدات لازم به کار بسته شود. به‌کارگیری آبیاری با لوله‌های کم فشار (هیدروفلوم) یکی از راه‌های موثر جهت استفاده بهینه از آب مصرفی در بخش کشاورزی است. استفاده از این سیستم به منظور جلوگیری از تلفات انتقال آب و همچنین توزیع یکنواخت و کنترل شده آب در مزرعه است.

شکل ۱ – نمونه لوله آبیاری هیدروفلوم کارگزاری شده در مزارع نیشکر

بررسی اثرات عناصر سنگین بر سلامت انسان

۱) کادمیم: کادمیم بیشتر در مواد رنگی، در آلیاژها و ترکیبات الکترونیکی و همچنین کودهای فسفاته، پاک‌کننده‌ها و محصولات تصفیه شده نفتی یافت می‌شود. در انسان مقادیر بالای کادمیم ارتباط نزدیکی با سرطان ریه دارد، همچنین در افرادی که کلیه‌های پیوندی دارند می‌تواند منجر به مسدود شدن کلیه‌های مریض گردد، کادمیم ممکن است در انسان و حیوانات باعث بوجود آمدن استخوان‌های معیوب (آستنامالاسیا و آستناپروسیا) شود [۴].

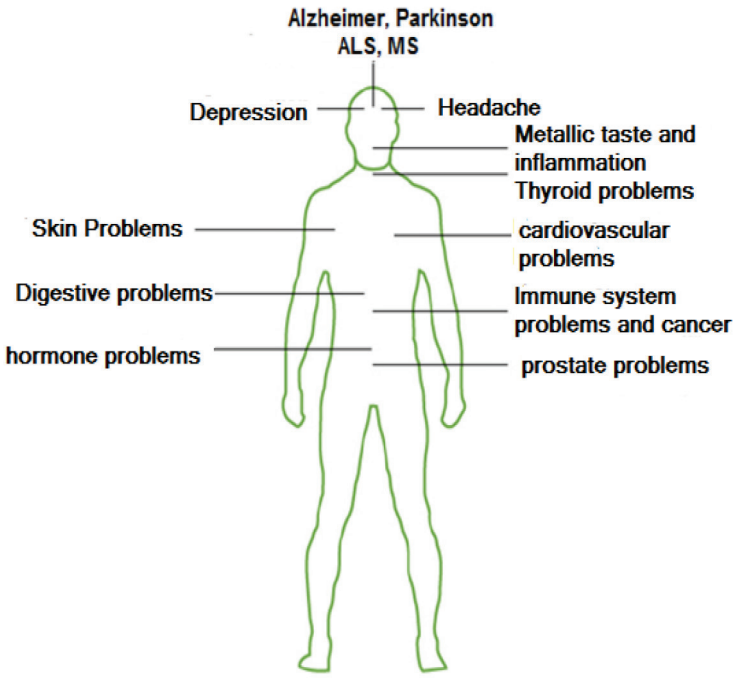
۲) کروم: خوردن ماهی‌هایی که در محیط‌های آبی نامطلوب است، امکان آلودگی کروم را فراهم می‌کند که بسیار خطرناک هستند. مقادیر کم کروم می‌تواند باعث سوزش پوست و یا ایجاد زخم شود. ولی مقادیر بالای آن می‌تواند باعث آسیب زدن به کبد و کلیه شود و یا به بافت‌های عصبی انسان آسیب برساند [۲].

۳) مس: بطور طبیعی از طریق نوشیدن آب از سیستم لوله‌کشی‌ها حاصل می‌شود همچنین از مواد افزودنی

که برای کنترل کردن رشد جلبک‌ها، به مخازن و انبارهای ذخیره آب اضافه می‌شود، وارد بدن انسان می‌شود [۱۳].
۴) سرب: منابعی که باعث ورود سرب به بدن می‌شوند شامل آب، هوا، خاک، گرد و غبار می‌باشد. جنین و اطفال نسبت به انسان بالغ حساسیت بیشتری به آلودگی سرب در بدن دارند سطوح بالای این عنصر ممکن است باعث ایجاد تأثیرات سمی بیولوژیکی در انسان شود که در متابولیسم بدن باعث ایجاد مشکلاتی در سنتزهای هموگلوبین، اثر بر کلیه‌ها، معده و روده، مفصل‌ها و سیستم تناسلی و آسیب رسیدن به اعصاب و حتی آسیب شدید و مخرب بر سیستم عصبی شود [۱].
۵) روی: روی بطور طبیعی در خاک وجود دارد، اما غلظت‌های روی به‌صورت غیر طبیعی و از طریق فعالیت‌های انسانی رو به افزایش است. بسیاری از روی اضافه شده در طول فعالیت‌های صنعتی مثل معدن کاری، سوختن زغال سنگ و پسماند و فرآیندهای فولاد کردن است. بسیاری از مواد غذایی به‌طور قطع حاوی غلظت‌هایی از روی هستند.
۶) منگنز: منگنز، فلزی نقره‌ای رنگ و مشابه آهن است. سخت و شکننده است. به سختی جوش‌پذیر است ولی به راحتی اکسید می‌شود. منگنز و یون‌های اصلی آن، پارامغناطیس هستند. منگنز مانند آهن، در هوا به کندی کدر می‌شود و زنگ تولید می‌کند.

اثرات فلزات سنگین بر سلامت انسان

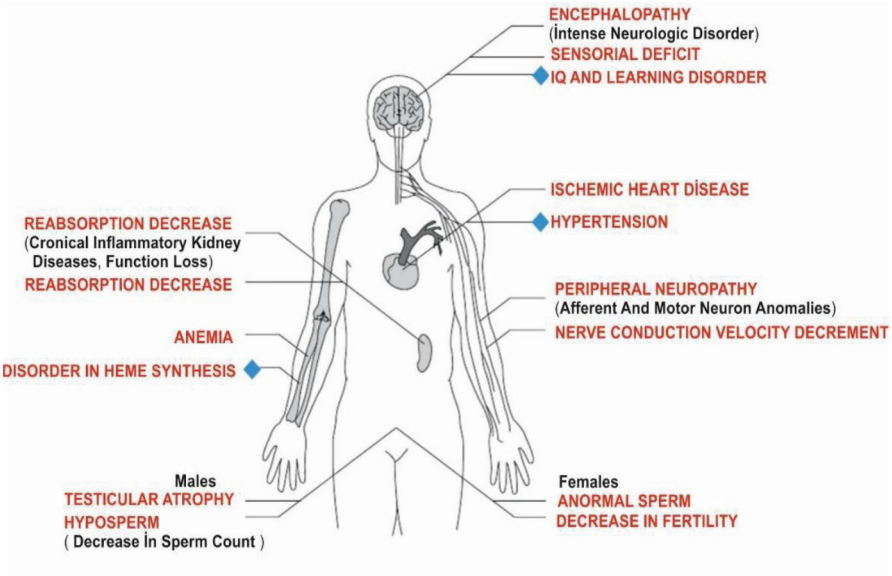
فلزات سنگین با توجه به میزان تاثیرشان بر فرآیندهای بیولوژیکی به دو دسته حیاتی و غیر حیاتی طبقه‌بندی می‌شوند. اجزای ویتامین‌ها و هورمون‌هایی که به‌عنوان عامل کمکی در یک واکنش آنزیمی نقش دارند و باید با غلظت معینی در ارگانیسم وجود داشته باشند، جزء حیاتی طبقه‌بندی می‌شوند. آنها همچنین پس از غلظت مشخصی (1-10ppm) سمی عمل می‌کنند (آهن، مس، روی، نیکل و ...). از سوی دیگر، فلزات سنگین غیر حیاتی (Cd، Hg و Pb) اثرات سمی را از غلظت اولیه خود نشان می‌دهند و می‌توانند با تأثیر بر ساختار روانی حتی در غلظت‌های بسیار کم، مشکلاتی برای سلامتی ایجاد کنند، به خصوص جیوه و کادمیوم می‌توانند حتی در غلظت‌های بسیار کم مانند (0.001-0.1 ppm) سمی باشند [۶].



شکل ۲- علائم ناشی از فلزات سنگین

سیستم‌های فیزیولوژیکی و اندام‌های تحت تاثیر سرب در انسان در شکل ۲ نشان داده شده است. هدف اصلی در سمیت سرب، سیستم عصبی در بزرگسالان و کودکان است. علاوه بر این، حساسیت سیستم هماتولوژیک به سیستم قلبی عروقی

و کلیه‌ها به سرب نقش مهمی در ارزیابی سمیت آن دارد [۶].



شکل ۲- سیستم‌ها و اندام‌های تحت تأثیر سرب

بررسی مدل‌های جذب

مدل‌های جذب فیزیکی لانگمور و فروندلیچ دو مبنای متداول در حذف آلاینده‌ها محسوب می‌گردند.

مدل جذب لانگمویر

ایزوترم جذب لانگمویر یکی از قوانین معتبر فیزیکی در مورد جذب می‌باشد که در بسیاری از موارد صادق می‌باشد. برای جذب تک لایه‌ای روی سطوح با تعداد محدودی از موقعیت‌های جذب یکسان به کار می‌رود، که رابطه آن به‌صورت رابطه ۱ می‌باشد:

رابطه (۱) $qe= QmaxKLCe/(1+bCe)$

که در آن qe مقدار آلاینده جذب شده بر حسب (mg/g) در هر لحظه، Qmax حداکثر ظرفیت جذب به‌وسیله توده زیستی (mg/g)، KL یا (b) ثابت تعادلی که به میزان تمایل جذب شونده به توده زیستی بستگی دارد. (Lmg^{-1}) و Ce غلظت تعادلی آلاینده یا جذب نشده (Lmg^{-1}) نمودار qe برحسب Ce به‌صورت یک تابع هموگرافیک است که مقدار qe به ازای هر Ce به صورت تجربی از رابطه ۲ مقابل بدست می آید.

رابطه (۲) $qe= (Co – Ce) / Xo$

که Co و Ce به ترتیب غلظت گونه 1 در جریان‌های ورودی و خروجی و Xo، دز مصرفی توده زیستی در واحد حجم محلول آبی (g/lit)، معادله لانگمور به‌صورت رابطه ۳ و به شکل خطی در می‌آید:

رابطه (۳) $Ce/qe= Ce/Qmax+1/(Qmax . KL)$

که مقادیر Qmax و b را می‌توان به ترتیب از شیب و عرض از مبدا آن بدست آورد [۱۱].

مدل جذب فروندلیچ

ایزوترم جذب فروندلیچ برای جذب روی سطح ناهمگن معتبر است و معادله آن به صورت رابطه ۴ می‌باشد.

رابطه (۴) $qe= KfCe1/n$

که در آن qe و Ce مشابه موارد مطرح شده در رابطه لانگمور هستند. Kf و n، ثابت های مدل فروندلیچ هستند که به ترتیب معرف ظرفیت جذب و شدت جذب هستند که از شیب و عرض از مبدا فرعی خطی شده مطابق زیر به‌دست می‌آید:

رابطه (۵) $lnqe = ln Kf + 1/n lnCe$

روش کار

این پژوهش یک مطالعه توصیفی بود که به مدت یک سال بر روی لوله‌های هیدروفلوم مورد استفاده در مزارع آبیاری شده با آب‌های سطحی در شهر اهواز به اجرا درآمد، در طول این پژوهش سه نمونه از لوله هیدروفلوم نمونه‌برداری گردید

که نمونه اول لوله مصرف شده در مزارع نیشکر بوده، نمونه دوم لوله‌ای که به مدت یک سال در معرض نور خورشید قرار گرفته شده بود و نمونه سوم لوله هیدروفلوم پس از تولید می‌باشد. سپس آزمون‌های آزمایشگاهی به‌طور مقایسه‌ای بر روی این سه نمونه با دقت بالا انجام گردید تا میزان وجود و تغییرات فلزات سنگین در آنها بررسی و ارزیابی شود.

جدول ۱-نتایج آزمون لوله کارگذاری شده در مزارع نیشکر

ردیف	ویژگی / شرح آزمون	LOQ	نتیجه	حد مجاز بالا	واحد	روش استاندارد مرجع
۱	Lead (pb)	0.018	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۲	Cadmium (Cd)	0.003	ND	0.1	mg/kg	ISIRI 14417
۳	Chromium (Cr)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۴	Copper (Cu)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۵	Zink (Zn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۶	Manganese (Mn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417

جدول ۲- نتایج آزمون لوله کارگذاری شده در معرض نور UV خورشید در محیط کنترل شده

ردیف	ویژگی / شرح آزمون	LOQ	نتیجه	حد مجاز بالا	واحد	روش استاندارد مرجع
۱	Lead (pb)	0.018	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۲	Cadmium (Cd)	0.003	ND	0.1	mg/kg	ISIRI 14417
۳	Chromium (Cr)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۴	Copper (Cu)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۵	Zink (Zn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۶	Manganese (Mn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417

جدول ۳- نتایج آزمون لوله بلافاصله پس از فرایند تولید

ردیف	ویژگی / شرح آزمون	LOQ	نتیجه	حد مجاز بالا	واحد	روش استاندارد مرجع
۱	Lead (pb)	0.018	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۲	Cadmium (Cd)	0.003	ND	0.1	mg/kg	ISIRI 14417
۳	Chromium (Cr)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۴	Copper (Cu)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۵	Zink (Zn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417
۶	Manganese (Mn)	-	ND	1	mg/kg	ISIRI 14417

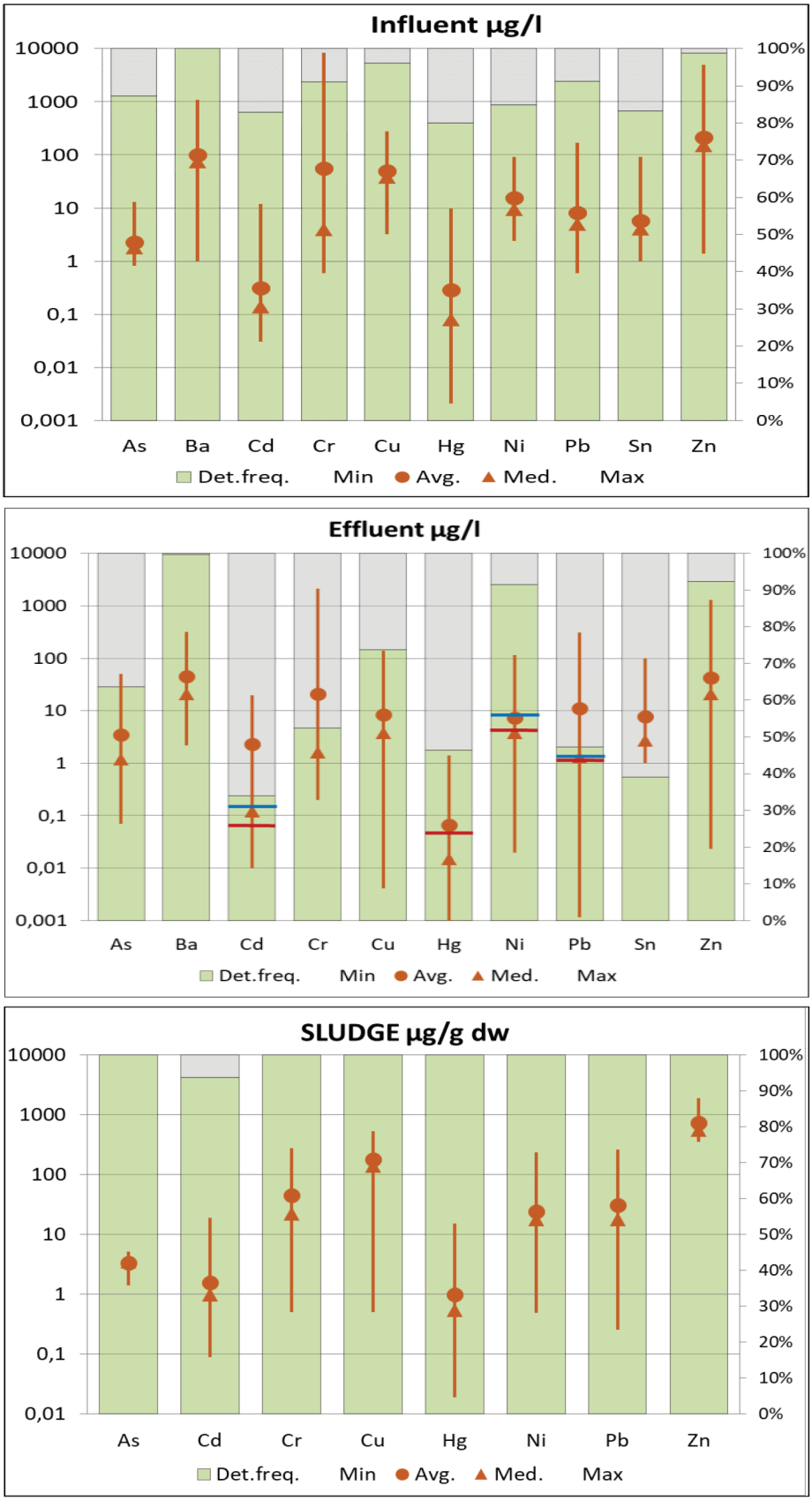
نتایج آزمون‌های انجام شده و مقایسه‌ها آنها با یکدیگر نشان می‌دهد نمونه‌ها در محدوده مجاز استاندارد می‌باشند. همچنین در نمونه استفاده شده در مزارع کشاورزی نسبت به نمونه پس از تولید تغییر محسوسی مشاهده نگردید.

جدول ۴- حد مجاز و اثرات مضر بر روی سلامت فلزات سنگین

نوع آلاینده	حد مجاز برای تخلیه پساب صنعتی استاندارد (mg/l)			حد مجاز بین‌المللی (mg/l)		اثرات مضر
	تخلیه آب های سطحی	تخلیه به چاه جاذب	مصارف کشاورزی و آبیاری	WHO	USEPA	
کادمیوم C_d	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۳	۵	سرطان‌زایی، سبب فیبروزیس کبدی، تنگی نفس و از دست دادن وزن
کروم Cr^{+}_{6}	۰/۵	-	۱	۵۰	۱۰۰	مشکوک به سرطان‌زایی، ایجاد تومورهای ریوی، حساسیت پوستی
کروم Cr^{+}_{3}	۲	۲	۲			

غلظت فلزات سنگین در پساب‌ها و لجن‌های WWTP فقط غلظت‌های بالاتر از حد تعیین کمیت (LOQ) منعکس می‌شود. خطوط قرمز میانگین سالانه استانداردهای کیفیت محیطی (AA-EQS) را برای آب‌های سطحی داخلی و آبی را برای سایر آب‌های سطحی نشان می‌دهند. مقادیر EQS در نمودارهای شکل ۴ برای مقایسه نشانگر استفاده می‌شود اما برای ارزیابی سطح آلودگی استفاده نمی‌شود [۵].

مزایا و معایب روش های حذف فلزات سنگین ارزیابی شده جاذب‌هایی که در صنعت استفاده می‌شوند باید ویژگی‌هایی داشته باشند، برخی از این ویژگی‌ها شامل: جذب و دفع سریع و پربازده، قابلیت احیا شدن و استفاده مجدد، اندازه و خواص فیزیکی مناسب برای استفاده در سامانه‌های پیوسته، انتخاب‌پذیری بالا، قیمت مناسب و در دسترس بودن هستند. روش‌های رایج و معمول حذف فلزات سنگین از محیط‌های آبی که شامل راهبردهای فیزیکی و شیمیایی می‌شوند مانند: فیلتراسیون، جذب سطحی، ترسیب شیمیایی، تصفیه الکتروشیمیایی، اکسیداسیون/ احیا، تبادل یون، فناوری غشائی ، اسمز معکوس، استخراج از حلال و بازیافت تبخیری هستند، هرکدام از این روش‌ها مزایا و معایبی دارند و دانستن این فاکتورها برای انتخاب و به کارگیری آنها در حالت خاص مفید است. در جدول ۵ به برخی از این مزایا و معایب اشاره شده است.



شکل ۴- نمودارهای غلظت فلزات سنگین تاثیرگذار در پساب‌ها و لجن‌های WWTP (DIRECTIVE 2013/39/EU)

جدول ۵- مزایا و معایب حذف برخی از روش‌های حذف فلزات سنگین

روش	مزایا	معایب
رسوب شیمیایی	ساده، ارزان، حذف بیشتر فلزات	تولید مقادیر بالای لجن، وابسته به pH، دشواری جداسازی، نیاز به استفاده از مواد شیمیایی
تبادل یونی	عدم تولید لجن، امکان بازیابی فلزات، انتخاب‌پذیری، ساده بودن و عدم پیچیدگی	حساس به ذرات، هزینه بهره‌برداری بالا، اختصاصی بودن و عدم دسترسی به رزین‌های مختلف جهت
فرآیند غشایی	تولید پسماند جامد کمتر، مصرف کم مواد شیمیایی	هزینه بالا، فشار بالا، عمر مفید و محدود غشاء
جذب با کربن فعال	قابلیت حذف اکثر فلزات را دارد، انطباق‌پذیری، پایداری فیزیکی و شیمیایی	عدم قابلیت بازسازی، قیمت بالا، دشواری جداسازی از محیط
روش‌های الکتروشیمیایی	قابلیت انتخاب فلز، قابلیت دستیابی به فلزات خالص، عدم مصرف مواد شیمیایی	زمان بر بودن، پرهزینه بودن، سطح بالایی از الکترود مورد نیاز است

نتیجه‌گیری و بحث

در این مطالعه به بررسی روش‌های گوناگون تأثیر فلزات سنگین بر روی لوله‌های هیدروفلوم مورد استفاده در مزارع نیشکر آبیاری شده با آب‌های سطحی در شهر اهواز پرداخته شد و نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در مدیریت خاک‌های کشاورزی به‌طور کلی فرض می‌شود فلزات سنگین ثابت و ساکن (غیر متحرک) هستند که با توجه به تحقیقات صورت گرفته در سال‌های اخیر معلوم گردیده که این فرض در تمام موارد قطعیت ندارد، لذا توجه به این نکته می‌تواند مفید فایده واقع شود که در یک اکوسیستم کشاورزی فاکتورهایی باعث افزایش تحرک برخی فلزات می‌شوند که نتیجه آن را در برداشت بوسیله شستشو از طریق آب و ورود آن به آب زیرزمینی می‌توان مشاهده نمود. در مقایسه با دیگر فلزات سنگین مطالعه شده در این پژوهش، Zn کمترین اثر سمی را دارد و در واقع یک فلزی است که در مقادیر کم ضروری است. همچنین مشخص گردید تجمع فلزات سنگین در زمین‌هایی که از فاضلاب شهری یا صنعتی استفاده می‌کنند ارتباط مستقیم و بالایی با آلودگی عناصر سنگین و همچنین با سلامت محیط زیست دارد. با توجه به معایب و مزایای روش‌های مختلف حذف فلزات سنگین در ارزیابی انجام شده با در نظر گرفتن مولفه‌های بهره‌وری و محدودیت‌ها روش تبادل یونی به‌عنوان روش بهینه پیشنهاد می‌گردد.

منابع

[۱] اسدی کپورچال، ص، ۱۳۸۸.
[2] Bewley, Jeffries et al. 2021.
[3] Berg, Tran et al. 2021.
[4] Dekun Hou, 2020.0
[5] DIRECTIVE 2013/39/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of)12 August 2013.
[6] Effects of Heavy Metal Toxicity on Human Health Guluzar Ozbolat1, Abdullah Tuli1
[7] Farooq (2019); Wang (2019); Tran (2017).
[8] Fan et al. (2017); Yunus Pamukoglu and Kargi (2016)
[9] Freundlich HMF. uber die adsoption in losungen,. Zeitschrift fur physikslische Chemie. 1906,470-57:385.
[10] Gunatilake (2015); Petrov and (Nenov (2006); Chen and Chen (2003).
[11] Langmuir I. The constitution and fundamental properties of solids and liquids. J Am Chem Soc. 1916,95-38:2221.
[12] Mezohegyi (2012); Zabihi (2009); Zabihi (2010); Zhang (2016).
[13] Shiroud Heydari (2015); Alyuz and Veli (2009); Rengaraj (2001); Dabrowski (2004).
[14] Stern, Solioz et al. 2007.
[15] Wang (2010); Juttner (2000); Yang (2001).

عنوان مقاله:

تغییرات وضعیت شوری و سدیمی شدن خاک در دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای نیشکر

Changes in soil salinity and sodicity under subsurface drip irrigation and furrow irrigation of sugarcane

نویسنده مسئول: الهام زنگنه یوسف‌آبادی
محقق آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
ایمیل نویسنده: ez1357h@yahoo.com
سایر نویسندگان: اکبر کریمی[۱]، علی شینی دشتگل[۲]، عبدعلی ناصری[۳]، شعبان زارعی[۴]
۱. محقق خاک‌شناسی و تغذیه گیاه، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
۲. مدیر گروه تحقیقات آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
۳. استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه شهید چمران اهواز و مدیرعامل شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی
۴. معاونت تحقیقات کشاورزی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر

چکیده

یکی از چالش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، تجمع املاح در لایه سطحی خاک است. به این‌منظور مطالعه‌ای در زمینه بررسی شوری و سدیمی‌شدن خاک در زیرسطحی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با عمق کارگذاری ۲۰ سانتی‌متر و سیستم آبیاری جویچه‌ای در دو مزرعه آزمایشی واقع در کشت و صنعت حکیم‌فارابی در جنوب اهواز انجام شد. در این تحقیق تغییرات شوری خاک در عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری و تغییرات SAR در لایه سطحی ۳۰-۰ سانتی‌متری در طول یک فصل کشت مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون t در سطح پنج درصد انجام شد. بر اساس نتایج، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در همه زمان‌های مورد بررسی به جز T_1 (دو ماه پس‌از شروع آبیاری) و T_5 (ده ماه پس از شروع آبیاری انجام آبیاری سطحی در مزرعه قطره‌ای زیرسطحی)، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش آبیاری قرارگرفت. مقدار SAR در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک، در همه زمان‌ها به‌جز T_5، در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای و در زمان T_5، به‌طور معنی‌داری کمتر از آبیاری جویچه‌ای بود. انجام آبیاری سطحی در این مزرعه در زمان T_5، سبب شسته‌شدن املاح تجمع‌یافته در لایه سطحی خاک و کاهش SAR خاک شد.

واژگان کلیدی: سیستم آبیاری، کاتیون‌های محلول خاک، نسبت جذب سدیم (SAR).

Abstract

Accumulation of solutes in the surface layer of the soil is one of the challenges of subsurface drip irrigation, especially in arid and semi-arid regions. This study was carried out in order to investigation of soil salinity and sodicity status in two experimental fields of subsurface drip irrigation (with a drip irrigation depth of 20 cm) and furrow irrigation located in Khuzestan Hakim-Farabi Agro-Industry. ,In this study, changes in soil salinity at 0-30 and 60-90 cm depths and sodium absorption ,30-60 ratio (SAR) in the surface layer (0-30 cm) during the sugarcane growth period (2 (T1), 4 (T2), 6 (T3), 8 (T4), 10 (T5) and 12 (T6) months after the start of irrigation) were investigated. Comparison of average data was done using t-test at 5% probability level. The results indicated that the soil electrical conductivity (EC) at both 0-30 and 30-60 cm depths, in all investigated times except 2 and 10 months after the start of irrigation (surface irrigation in subsurface drip field), was significantly affected by the irrigation method. In all sampling times except T5, the soil SAR at the 0-30 cm depth, in the subsurface drip irrigation field, was significantly higher than in the furrow irrigation field, and in T5 sampling time, it was significantly lower than farrow irrigation. At the time of T5 sampling, surface irrigation in the sub-surface drip irrigation field led to leaching of accumulated salts in the .surface layer of the soil and reduced the soil SAR.

Key words: Irrigation system, Soil soluble cations, Sodium absorption ratio (SAR).

مقدمه

بارندگی کم، تبخیر زیاد، کیفیت نامناسب آب آبیاری و انباشت املاح در خاک به‌دلیل محدودیت منابع آب و عدم آبشویی آنها، از جمله چالش‌های مهم کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند [۲]. جهت مدیریت منابع آب در نواحی خشک، استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای زیرسطحی پیشنهاد شده است [۴ و ۵]. در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌دلیل کاربرد مستقیم آب در ناحیه ریشه، تبخیر از سطح خاک در مراحل اولیه رشد گیاه، رواناب و نفوذ عمقی، آبشویی عناصر و به‌طور کلی مصرف آب آبیاری کاهش یافته و بهره‌وری مصرف آب در تولید محصول افزایش می‌یابد [۸]. شوری خاک در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نباید نادیده گرفته شود، چرا که در این روش آبیاری، حتی در شرایط کیفیت خوب آب، مقداری از به خاک منتقل شده و غلظت نمک در سطح خاک به‌تدریج افزایش می‌یابد. بنابراین پایش و کنترل وضعیت شوری خاک در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی خاک ضروری می‌باشد [۹]. نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که در نظر گرفتن مقادیر مورد نیاز آبشویی متعارف برای مدیریت شوری در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، کافی نمی‌باشد [۷]. زیرا بخش بالایی عمق نصب قطره‌چکان‌ها آب‌شویی نمی‌شود و اگر چه شوری ناحیه ریشه در حد قابل قبول است اما نمک به‌ویژه در نواحی خشک در طول دوره رشد در سطح خاک تجمع می‌یابند، مگر این‌که آب‌شویی کافی به واسطه بارندگی یا آبیاری سطحی تکمیلی صورت گیرد. بررسی الگوی توزیع شوری و سدیم خاک تحت آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در باغات زیتون در شرایط آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نشان داد که در خاک، تجمع نمک و سدیم افزایش می‌یابد و انباشت سدیم و شوری در خاک در بالای قطره‌چکان بیشتر از پایین قطره‌چکان بود. با توجه به کاهش منابع آب و توسعه سیستم‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، هدف از این پژوهش بررسی تغییرات شوری و سدیمی شدن خاک در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و مقایسه آن با شرایط آبیاری جویچه‌ای انتها بسته در کشت نیشکر بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در دو مزرعه S6-01 (مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌مساحت ۲۱/۶ هکتار شامل ۹ قطعه آبیاری) و S6-03 (مزرعه آبیاری جویچه‌ای انتها بسته به‌عنوان شاهد، به‌مساحت ۲۱/۶ هکتار) در کشت و صنعت حکیم فارابی انجام شد. این کشت و صنعت، در ۳۵ کیلومتری جاده اهواز- آبادان در شرق رودخانه کارون در محدوده عرض جغرافیایی ″۱ ′۵۴ °۳۰ تا ″۳۴ ′۳ °۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ″۱۵ ′۳۱ °۴۸ تا ′۳۹ °۴۸ شرقی واقع شده است. حداکثر ارتفاع آن از سطح آزاد دریا حدود ۱۲ متر و شیب اراضی این واحد بین ۰/۱ تا ۰/۲ در هزار است. جهت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای پس از عملیات تهیه زمین، بر روی سطح خاک با فواصل ۱/۸۳ متر شیارهای کم‌عمقی ایجاد شد و محل قرارگیری لوله‌های قطره‌چکاندار (لترال‌ها)، مشخص گردید. سپس با استفاده از دستگاه لوله‌گذار، لوله‌های قطره‌چکان‌دار در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک قرار داده شدند (شکل ۱) و در طرفین لوله‌های قطره چکان‌دار قلمه‌های گیاه نیشکر کشت شد.

شکل ۱- لوله‌گذاری با استفاده از دستگاه لوله‌گذار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و کنترل عمق کارگذاری لوله

قبل از اجرای پژوهش، نمونه‌برداری از خاک مزرعه به‌صورت مرکب انجام شد. نمونه‌های خاک جمع‌آوری و پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. هدایت‌الکتریکی (EC) در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به‌روش اکسیداسیون تر اندازه‌گیری شدند [۲]. غلظت نیتروژن کل به روش کجلدال، غلظت فسفر قابل دسترس به‌روش اولسن و غلظت پتاسیم قابل‌دسترس خاک به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم اندازه‌گیری شد. خاک هر دو مزرعه مورد مطالعه دارای بافت لومی رسی، آهکی با مقدار کربنات‌کلسیم بالا، کربن آلی کم و pH بالا بود (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دو مزرعه مورد مطالعه

مزرعه	بافت خاک	PH	EC(dS m^{-1})	کربنات کلسیم معادل (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل	غلظت قابل دسترس (mg kg^{-1})	
							فسفر	پتاسیم
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	لومی رسی	۷/۸۱	۲/۸۱	۴۷/۵	۰/۳۵	۰/۶۴	۳/۴۴	۹۲/۲
آبیاری جویچه‌ای	لومی رسی	۷/۸۵	۲/۷۸	۴۷/۲	۰/۳۵	۰/۶۱	۳/۶۱	۸۹/۶

در این پژوهش، جهت ارزیابی تغییرات شوری خاک در هر دو مزرعه آزمایشی، در طی شش مرحله با فواصل زمانی دو ماه نمونه‌برداری خاک صورت گرفت. اولین مرحله نمونه‌برداری خاک در تاریخ ۲۹ آبان ۱۴۰۰ و پس از آن در دی ماه ۱۴۰۰، اسفند ۱۴۰۰، اردیبهشت ۱۴۰۱، تیرماه ۱۴۰۱ و شهریور ماه ۱۴۰۱ نمونه‌برداری خاک صورت گرفت. به این منظور در هر یک از قطعه آبیاری‌های فرد مزرعه آبیاری قطرهای زیرسطحی (قطعه‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹) در یک خط لترال و در جویچه‌های متناظر با آنها در مزرعه شاهد، چهار ایستگاه، در یک‌چهارم ابتدایی (۶۰ متر از ابتدا)، (۱۲۰-۶۰ متر از ابتدا)، (۱۸۰-۱۲۰ متر از ابتدا) و یک‌چهارم انتهایی (۲۴۰-۱۸۰ متر از ابتدا) از پیش تعیین شد. نمونه‌برداری خاک از عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری صورت گرفت. سپس هدایت الکتریکی عصاره اشباع در تمامی عمق‌ها و غلظت کلسیم، سدیم و منیزیم در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک، به‌روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری و مقایسه میانگین داده‌های دو مزرعه با آزمون t و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 24 و در سطح احتمال پنج درصد بررسی شد.

نتایج و بحث

هدایت الکتریکی خاک

نتایج آنالیز آماری داده‌ها بر اساس آزمون t نشان داد که اثر شرایط آبیاری مزرعه بر تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در همه زمان‌های نمونه‌برداری بجز T_1 و T_5 معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه آماری داده‌ها نشان داد که اثر روش آبیاری مزرعه بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در زمان‌های T_2، T_4 و T_6 معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر آن بر هدایت الکتریکی خاک در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری در همه‌ی زمان‌های بررسی شده معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج روند تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، نشان داد که در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از زمان نمونه‌برداری T_1 تا T_4 در هر سه عمق نمونه‌برداری شده (به‌ویژه عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)، روند افزایشی داشت و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مربوط به زمان T_4 (هشت ماه پس از کشت) بود. در زمان T_5 در

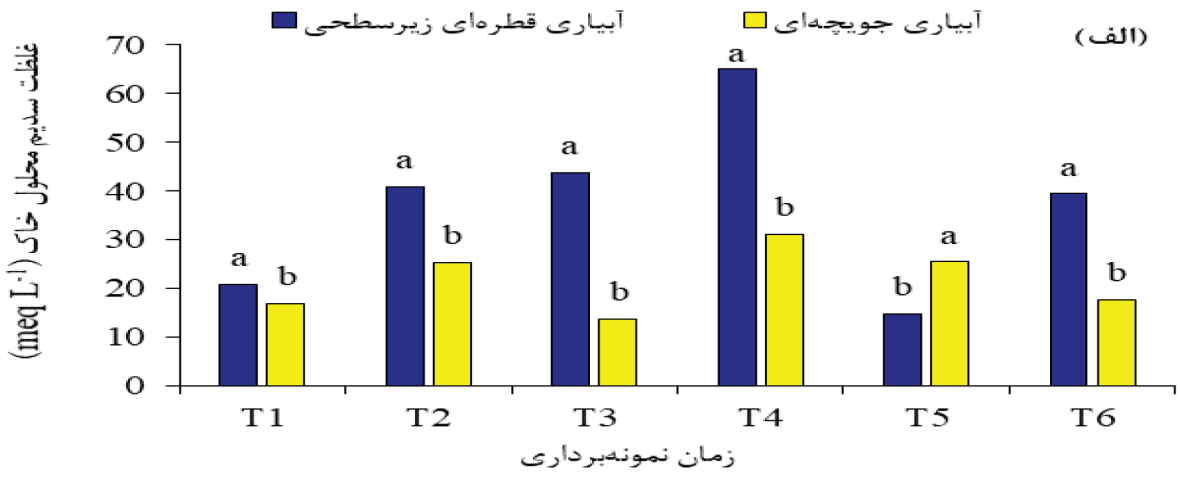
مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، در مقایسه با زمان T_4، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک روند کاهشی داشت (در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری) این نتیجه می‌تواند به‌دلیل انجام آبیاری به روش سطحی در این مزرعه در تیرماه (قبل از زمان نمونه‌برداری T_5) و به‌دنبال آن آبشویی املاح (کاهش چشمگیر غلظت کاتیون‌های محلول خاک نسبت به زمان T_4) و در نتیجه کاهش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک باشد (شکل ۲). پس از آن نیز در زمان‌های نمونه‌برداری T_5 و T_6 مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق‌های بررسی شده تقریباً ثابت بود و تغییرات چندانی مشاهده نشد. نتایج پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده است که در شرایط آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، حتی در شرایط کیفیت خوب آب، مقداری املاح به خاک منتقل شده و سبب افزایش تدریجی غلظت نمک در سطح خاک و در نتیجه افزایش هدایت الکتریکی لایه سطحی خاک می‌شود. تحقیقاتی دیگر نیز در این زمینه نتایج مشابهی را نشان داد [۶ و ۱۰].

جدول ۲- مقایسه آماری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، در زمان و عمق‌های مختلف نمونه‌برداری در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و جویچه‌ای انتهابسته بر اساس آزمون t

زمان نمونه‌برداری	درجه آزادی	t		
		عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری	عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری	عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری
T_1	۸	۰/۴۳^{ns}	-۲/۰۷^{ns}	-۱/۵۴^{ns}
T_2	۸	۶/۱۸**	۲/۵۲*	-۰/۱۵^{ns}
T_3	۸	۵/۳۲**	۱/۸۴^{ns}	-۰/۱۶^{ns}
T_4	۸	۴/۲۱**	۲/۲۳*	-۰/۱۱^{ns}
T_5	۸	۰/۹۴^{ns}	۱/۲۳^{ns}	-۰/۲۶^{ns}
T_6	۸	۰/۰۴۳**	۳/۳۶*	-۰/۱۲^{ns}

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در جدول ۲، T_1، T_2، T_3، T_4، T_5 و T_6 به‌ترتیب زمان نمونه‌برداری دو، چهار، شش، هشت، ده و دوازده ماه پس از کشت هستند.



شکل ۲- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک در زمان‌های مختلف در سه عمق نمونه‌برداری در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای انتهابسته

در شکل ۲ میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر زمان و در هر عمق نمونه‌برداری بر اساس آزمون t اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) دارند. T_1، T_2، T_3، T_4، T_5 و T_6 به‌ترتیب زمان نمونه‌برداری دو، چهار، شش، هشت، ده و دوازده ماه پس از کشت هستند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در همه زمان‌های نمونه‌برداری به‌جز T_1 و T_5، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود (شکل۲). این نتایج نشان می‌دهد که در دو ماه ابتدایی آبیاری مزرعه به روش قطره‌ای زیرسطحی (T_1)، تجمع املاح در لایه سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متری) چندان قابل توجه نبود. در پژوهش حاضر، بیشترین اختلاف بین مقدار هدایت الکتریکی در مزرعه آبیاری شده به روش قطره‌ای زیرسطحی با مزرعه آبیاری شده به‌روش جویچه‌ای انتها بسته، مربوط به زمان‌های نمونه‌برداری T_3 (شش‌ماه پس از کشت) و T_4 (هشت ماه پس از کشت) بود. بدین‌ترتیب که میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در زمان‌های T_3 و T_4 به‌ترتیب ۲/۴۷ و ۱/۹۸ برابر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مزرعه آبیاری جویچه‌ای انتها بسته بود (شکل ۲). دلیل این نتیجه را می‌توان به افزایش مقدار آب آبیاری مصرفی، گرم شدن هوا و افزایش تبخیر و تعرق و همچنین افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها همچنین نشان داد که در زمان‌های نمونه‌برداری T_2، T_4 و T_5، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نیز در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود، در حالی‌که در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در همه زمان‌های نمونه‌برداری بین مقدار هدایت الکتریکی در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و جویچه‌ای، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). این نتایج نشان می‌دهد که در مزرعه آبیاری شده به‌روش قطره‌ای زیرسطحی (با عمق کارگذاری قطره‌چکان‌ها در عمق ۲۰ سانتی‌متری و دبی ۲/۴ لیتر در ساعت)، تغییرات شوری خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری تحت تأثیر روش آبیاری قرار گرفته است.

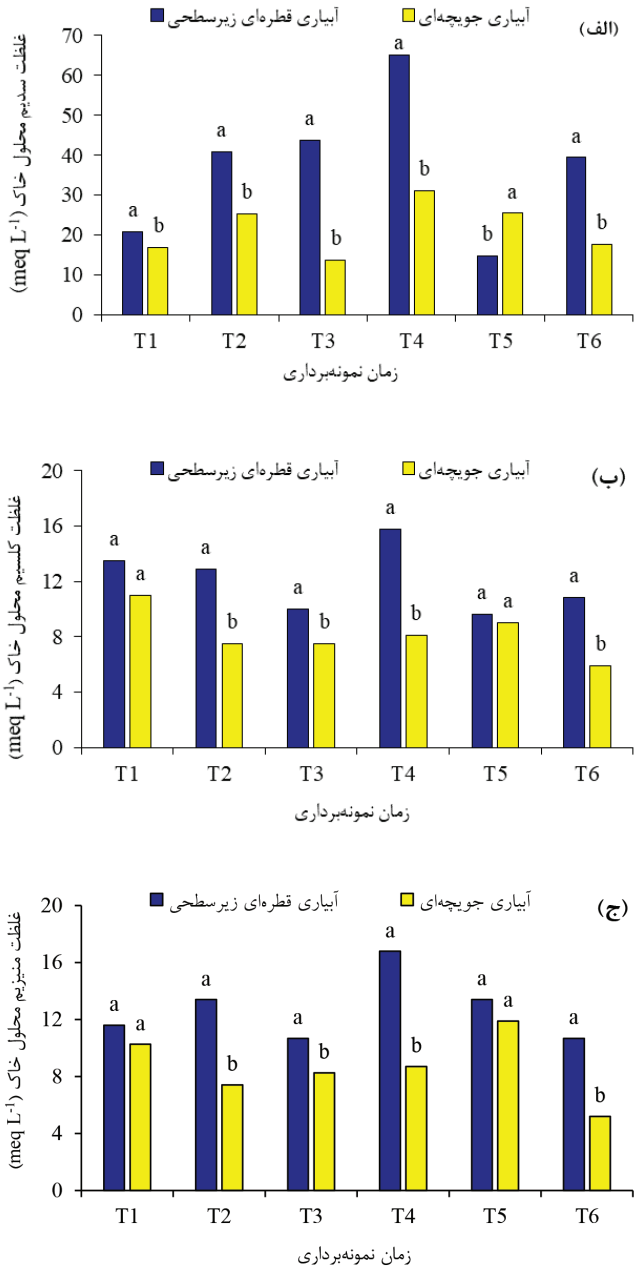
سدیم، کلسیم و منیزیم محلول خاک

نتایج آنالیز آماری داده‌ها بر اساس آزمون t نشان داد که اثر روش آبیاری مزرعه بر غلظت سدیم محلول خاک در همه زمان‌های نمونه‌برداری، معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج همچنین نشان داد که اثر روش آبیاری مزرعه بر غلظت کلسیم و منیزیم محلول خاک در همه زمان‌های نمونه‌برداری به‌جز T_1 و T_5 و اثر آن بر نسبت جذب سدیم (SAR) در همه زمان‌های نمونه‌برداری به جز T_1 معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳ - مقایسه آماری کاتیون‌های محلول و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک، در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و جویچه‌ای انتهابسته بر اساس آزمون t

زمان نمونه‌برداری	درجه آزادی	t			
		سدیم محلول	کلسیم محلول	منیزیم محلول	SAR
T_1	۸	$۳/۸۹^{**}$	$۱/۴۹^{ns}$	$۰/۴۱^{ns}$	$۱/۳۴^{ns}$
T_2	۸	$۸/۸۸^{**}$	$۲/۲۷^{*}$	$۳/۴۹^{*}$	$۴/۰۵^{**}$
T_3	۸	$۶/۲۹^{**}$	$۲/۰۸^{*}$	$۲/۹۳^{*}$	$۱۰/۶۵^{**}$
T_4	۸	$۴/۳۵^{**}$	$۵/۲۲^{**}$	$۴/۴۲^{**}$	$۲/۹۰^{*}$
T_5	۸	$-۲/۶۸^{*}$	$۰/۹۹^{ns}$	$۰/۴۳^{ns}$	$-۵/۰۲^{**}$
T_6	۸	$۱۶/۵۹^{**}$	$۱۰/۵۳^{**}$	$۹/۵۴^{**}$	$۱۹/۴۴^{**}$

ns، *و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و T_1، T_2، T_3، T_4، T_5 و T_6 به‌ترتیب زمان نمونه‌برداری دو، چهار، شش، هشت، ده و دوازده ماه پس از کشت هستند. نتایج نشان داد که روند تغییرات غلظت سدیم محلول خاک، در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، مشابه با روند تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بود (شکل ۳ الف). بدین ترتیب که از زمان نمونه‌برداری T_1 تا T_4 غلظت سدیم محلول خاک روند افزایشی داشت و در زمان T_5 در مقایسه با زمان T_4، غلظت سدیم محلول خاک کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در همه زمان‌های نمونه‌برداری به‌جز T_5، غلظت سدیم محلول خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود، در حالی‌که در زمان T_5 میانگین غلظت سدیم محلول خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌طور معنی‌داری کمتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود (شکل ۳ الف). این نتیجه را می‌توان به آبیاری سطحی مزرعه با هیدروفلوم در تیرماه (قبل از زمان نمونه‌برداری T_5) و به‌دنبال آن آبشویی سدیم و خارج شدن آن از خاک نسبت داد. این نتایج نشان‌دهنده اثر چشم‌گیر آبیاری سطحی با هیدروفلوم، در آبشویی یون سدیم و سهولت خارج شدن آن از خاک سطحی، در اثر آبشویی بود. به‌طور مشابه با هدایت الکتریکی خاک، بیشترین اختلاف غلظت سدیم محلول خاک در دو مزرعه مورد مطالعه، مربوط به زمان T_4 (هشت ماه پس از کشت) بود. در این زمان نمونه‌برداری، میانگین غلظت سدیم محلول خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۲/۱ برابر مزرعه آبیاری جویچه‌ای انتها بسته بود (شکل ۳ الف). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، در همه زمان‌های نمونه‌برداری غلظت کلسیم و منیزیم محلول خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بیشتر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود، اگر چه این اختلاف در زمان‌های نمونه‌برداری T_1 و T_5 از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳ ب و ج). به‌طور مشابه با غلظت سدیم محلول خاک، بیشترین اختلاف غلظت کلسیم و منیزیم محلول خاک در دو مزرعه مورد مطالعه، مربوط به زمان T_4 (هشت‌ماه پس از کشت) بود. در این زمان نمونه‌برداری، میانگین غلظت کلسیم و منیزیم محلول خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌ترتیب ۱/۹۵ و ۱/۹۳ برابر مقادیر آنها در مزرعه آبیاری جویچه‌ای انتها بسته بود (شکل ۳ ب و ج).



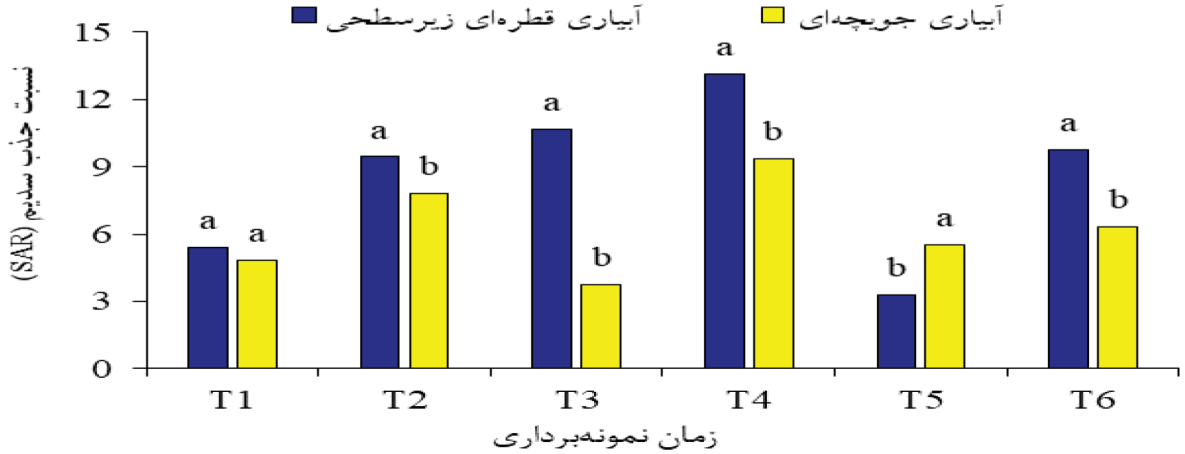
شکل ۳- مقایسه میانگین غلظت سدیم (الف)، غلظت کلسیم (ب) و منیزیم (ج) محلول خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای انتها بسته

در شکل ۳ میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر زمان نمونه‌برداری بر اساس آزمون t اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) دارند و T_1، T_2، T_3، T_4، T_5 و T_6 به ترتیب زمان نمونه‌برداری

دو، چهار، شش، هشت، ده و دوازده ماه پس از کشت هستند.

نسبت جذب سدیم (SAR)

نتایج نشان داد که روند تغییرات نسبت جذب سدیم (SAR)، در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مشابه روند تغییرات غلظت سدیم محلول خاک بود (شکل‌های ۳ الف و۴). به‌طوری که بیش‌ترین مقدار SAR خاک (۱۳/۱) مربوط به زمان نمونه‌برداری T_4 بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در همه زمان‌های نمونه‌برداری به‌جز T_5، مقدار SAR خاک، در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای انتهابسته بود، در حالی‌که در زمان T_5 میانگین SAR خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌طور معنی‌داری کمتر از آبیاری جویچه‌ای انتهابسته، بود و این به‌دلیل دو نوبت آبیاری به روش سطحی (جهت مبارزه با آفت سوسک طوقه‌خوار نیشکر) در تیرماه ۱۴۰۱ بود. آبیاری سطحی در این مزرعه سبب شسته‌شدن املاح تجمع‌یافته در لایه سطحی خاک و کاهش چشم‌گیر SAR خاک شد (شکل ۴).



شکل ۴ – مقایسه میانگین نسبت جذب سدیم (SAR) خاک (ج) در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، در دو مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری جویچه‌ای انتهابسته

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر زمان نمونه‌برداری بر اساس آزمون t اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) دارند. T_1، T_2، T_3، T_4، T_5 و T_6 به‌ترتیب زمان نمونه‌برداری دو، چهار، شش، هشت، ده و دوازده ماه پس از کشت هستند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در همه زمان‌های نمونه‌برداری شوری، غلظت کاتیون‌های محلول (کلسیم، منیزیم و سدیم) و SAR خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بیش‌تر از مزرعه آبیاری جویچه‌ای بود. نتایج تغییرات غلظت شوری و سدیم خاک در این پژوهش، نشان‌دهنده افزایش هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک در مزرعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در لایه سطحی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)، با گذشت زمان بود. نتایج نشان داد که SAR خاک تنها در زمان هشت ماه پس از کشت بیش‌تر از ۱۳ (۱۳/۱) بود، که در اثر آبیاری سطحی مقدار آن به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت. با توجه به نتایج این پژوهش، به‌نظر می‌رسد در کنار استفاده از سیستم‌های توین آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در شرایط مناطق خشک و نیمه خشک، نیاز است که امکان آبیاری به‌روش سطحی نیز به‌منظور مدیریت شوری خاک فراهم گردد. همچنین با توجه به این‌که نیشکر یگ گیاه چندساله است، ضروری است است در مدیریت مزارع بازرویی نیشکر، آبشویی خاک، جهت کنترل شوری مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از شرکت توسعه نیشکر، کشت و صنعت حکیم فارابی و مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر برای حمایت مالی و مساعدت در مراحل مختلف این تحقیق قدردانی می‌کنند.

منابع

[۱] طاهری، م.، عباسی، م.، مصطفوی، ک.، واحدی، س. (۱۳۹۵). بررسی الگوی توزیع شوری و سدیم خاک تحت آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در باغات زیتون. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۷(۲): ۱۲۷-۱۴۱.

[2] Carter, M. R., Gregorich, E. G. (2007). Soil sampling and methods of analysis, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL.

[3] Fu, B., Li, Z., Gao, X., Wu, L., Lan, J., Peng, W.(2021). Effects of subsurface drip irrigation on alfalfa (Medicago sativa L.) growth and soil microbial community structures in arid and semi-arid areas of northern China. Applied Soil Ecology, 159, 103859.

[4] Jiawei, Y. A. O., Yongqing, Q. I., Huaihui, L. I., Yanjun, S. H. E. N. (2021). Water saving potential and mechanisms of subsurface drip irrigation: A review. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2021, 29(6): 1076-1084.

[5] Martínez-Gimeno, M. A., Bonet, L., Provenzano, G., Badal, E., Intrigliolo, D. S., Ballester, C. (2018). Assessment of yield and water productivity of clementine trees. under surface and subsurface drip irrigation. Agricultural Water Management, 206, 209-216.

[6] Rafie, R. M., El-Boraie, F. M., (2017). Effect of drip irrigation system on moisture and salt distribution patterns under north Sinai conditions. Egyptian Journal of Soil Science, 57(3), 247-260.

[7] Thompson, T. L., Roberts, T., Lazarovitch, N., (2010, August). Managing soil surface salinity with subsurface drip irrigation. In 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Brisbane, Australia.

[8] Wang, H., Wang, N., Quan, H., Zhang, F., Fan, J., Feng, H., Cheng, M., Liao, Z., Wang, X. and Xiang, Y. (2022). Yield and water productivity of crops, vegetables and fruits under subsurface drip irrigation: A global meta-analysis. Agricultural Water Management, 269, 107645.

[9] Zaman, M., Shahid, S. A., Heng, L. (2018). Irrigation systems and zones of salinity development. In Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques (pp. 91-111). Springer, Cham.

عنوان مقاله:

تعیین مهمترین ویژگی‌های موثر در شاخص‌های کیفیت خاک در مزارع تحت کشت بلند مدت نیشکر در منطقه جنوب غربی ایران

Determining the most important characteristics affecting soil quality indicators in fields under long-term sugarcane cultivation in the southwestern region of Iran

نویسنده مسئول: علیرضا ظهیرنیا
رییس اداره آزمایشگاه، شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان
ایمیل نویسنده: arzahirnia@gmail.com

چکیده

ارزیابی کیفیت اراضی یکی از نکات مورد توجه در مدیریت پایدار خاک‌ها به منظور تولید بهینه و پایدار کشاورزی و حفظ منابع طبیعی می‌باشد. استفاده از شاخص‌های کیفیت خاک، ابزاری کارا به منظور تعیین و مقایسه کیفیت اراضی می‌باشد. در پژوهش حاضر پس از مشخص شدن نتایج آزمایشگاهی، با بهره‌گیری از روش آماری تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA)، از بین ۲۲ ویژگی مورد بررسی خاک و یا کل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (TDS)، شش ویژگی به‌عنوان مهمترین و یا حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS)، تعیین شدند. سپس کیفیت اراضی کاربری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه که شامل کشت و صنعت، کشاورزی سنتی و اراضی بایر بودند، تعیین شد. در این تحقیق از دو مدل شاخص تجمعی کیفیت خاک (IQI) و شاخص کیفیت خاک نمورو (NQI)، هر کدام در دو مجموعه ویژگی‌های MDS و TDS، به منظور ارزیابی اراضی استفاده شد. نتایج نشان داد که بطور کلی خاک‌های منطقه از نظر شاخص‌های مورد مطالعه در سطوح مختلف قرار داشتند، بطوریکه اراضی کشت و صنعت دارای بهترین شاخص‌ها و اراضی بایر حداقل کیفیت را دارا می‌باشند. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین IQI_{TDS} و IQI_{MDS} (R_2=٪۹۳/۳۸) همچنین بین NQI_{TDS} و NQI_{MDS} و (R_2=٪۹۰/۱۵) وجود دارد. این امر نشان می‌دهد. که به خوبی می‌توان از مجموعه MDS تعیین شده به نمایندگی از مجموعه TDS استفاده کرد. بنابراین به منظور کاهش زمان و هزینه اجرای طرح‌های مشابه میتوان بجای TDS از MDS استفاده کرد.

واژگان کلیدی: شاخص تجمعی کیفیت خاک (IQI)، شاخص تجمعی کیفیت خاک (NQI)، تجزیه مولفه‌های اصلی (FA)، ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک.

Abstract

Assessment of land quality is one of the points of interest in sustainable land management in order to achieve optimal and sustainable agricultural production and preserve natural resources. The use of soil quality indicators is an effective tool to determine and compare the quality of land. In the present research, after the laboratory results were determined, using the statistical method of principal component analysis (PCA), among the 22 investigated soil characteristics or all characteristics affecting soil quality (TDS), 6 characteristics were considered the most important or Minimum characteristics affecting soil quality (MDS) were determined. Then, the quality of land uses in the study area, which included agriculture, traditional agriculture, and barren lands, was determined. In this research, two models of Cumulative Soil Quality Index (IQI) and Nemero Soil Quality Index (NQI), each in two sets of MDS and TDS features, were used to evaluate land. The results showed that in general, the soils of the region were at different levels in terms of the studied indicators, so that agricultural and industrial lands have the best indicators and barren lands have the least quality. Also, the results of this research showed that there is a significant correlation between IQITDS and IQIMDS (R2=93.38%) and also between NQITDS and NQIMDS (R2=90.15%). This shows that it is good to use the MDS set as a representative of the TDS set. Therefore, in order to reduce the time and cost of implementing similar plans, MDS can be used instead of TDS.

Key words: cumulative soil quality index (IQI), cumulative soil quality index (NQI), principal component analysis (FA), characteristics affecting soil quality.

مقدمه

استفاده پایدار از منابع طبیعی و ایجاد تعادل بین مقدار تولیدات کشاورزی و بهبود کیفیت منابع طبیعی در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. در این میان خاک جزء بسیار مهم پایداری اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود. سطح وسیعی از اراضی کشور را اراضی بایر تشکیل می‌دهند که معمولا شور، بدون پوشش گیاهی و یا دارای پوشش گیاهی خیلی ضعیفی هستند. کمی نزولات جوی، سطح ایستابی بالا و زیاد بودن تبخیر سالیانه در منطقه جنوب غربی خوزستان، پیدایش خاک‌های شور را در پی داشته است. عوامل محیطی مختلفی مانند تولید و ورود اندک مواد آلی به خاک، مقدار فراوان نمک‌ها، غلظت بالای یون سدیم، pH، کیفیت و عمق سفره آبهای زیر سطحی، بر شاخص‌های کیفی خاکهای شور مناطق خشک و نیمه خشک تاثیرات مهمی دارند [۱۶]. کیفیت خاک شاخص مهم پایداری در کشاورزی و محیط زیست محسوب می‌شود [۱۵]. با توجه به محدودیت اراضی قابل کشت در کشور و کمبود آب، افزایش تولید از طریق اضافه کردن سطح زیر کشت امکان پذیر نبوده و تامین نیاز غذایی و سایر احتیاجات جامعه فقط از طریق افزایش تولید محصولات در واحد سطح و یا زمان امکان‌پذیر خواهد بود [۲]. یکی از راه‌های ایجاد تعادل بین جمعیت رو به رشد و تولید مواد غذایی، گسترش کشاورزی از طریق افزایش تولید در این بخش بوده، وجود آب و خاک مناسب از عوامل اصلی این فرایند محسوب می‌شود [۳]. خاک دارای عملکردهای متعددی شامل حفظ و تامین تولیدات گیاهی، تامین بستر مناسب فعالیت‌های زیستی، تنظیم و توزیع جریان آب و املاح، پاکسازی، جذب و کاهش اثرات زیست محیطی پسماندهای شهری، صنعتی و کشاورزی می‌باشد. عملکرد خاک را می‌توان براساس خصوصیات مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن تعیین نمود و بر این اساس، اغلب از همین خصوصیات نیز برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده می‌شود[۲۰]. به منظور ارزیابی کیفیت خاک از خصوصیاتی تحت عنوان شاخص استفاده می‌شود. آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که ظرفیت خاک را برای تولید محصول تحت تاثیر قرار می‌دهند، شاخص‌های

کیفیت خاک نامیده می‌شوند [۷]. ارزیابی کیفیت خاک از طریق اندازه‌گیری برخی از خصوصیات خاک تحت عنوان شاخص‌های کیفیت خاک صورت می‌گیرد [۱۲]. هر شاخص کیفیت خاک باید دارای خصوصیاتی مشتمل بر فرایندهای زیستی، حساس به تغییرات محیطی و مدیریتی، در دسترس، قابل اندازه‌گیری و پردازش‌های کمی باشد[۱۴]. در سال‌های اخیر تکنیک‌های ارزیابی کیفیت خاک پیشرفت‌های قابل توجهی کرده‌اند. در مقیاس جهانی به سبب اهمیت تغییرات زیست محیطی، بهبود روش‌های ارزیابی کیفیت خاک به منظور توسعه کشاورزی پایدار و نیز تشخیص پایداری مدیریت خاک و همچنین سیستم کاربری اراضی ضروری می‌باشد [۱۹]. از این رو بدست آوردن روش‌ها و شاخص‌های مناسب ارزیابی کیفیت خاک به علت تاثیر مهم آنها بر نتیجه‌گیری و قضاوت نهایی در مورد وضعیت کیفیت و مدیریت خاک، از جمله مهمترین مسائل مورد توجه می‌باشد [۱]. در این رابطه می‌توان از مدل‌هایی که بیانگر تاثیر تجمعی ویژگی‌های مختلف خاک بر کیفیت است، برای تعیین پارامتر مذکور استفاده کرد [۶]. به‌منظور تعیین کیفیت خاک در کاربری‌های کشاورزی و زیست محیطی، از دو مدل شاخص کیفیت تجمعی (IQI) و شاخص کیفیت نمورو (NQI) استفاده می‌شود [۷]. در این مدل‌ها مجموعه‌ای از ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک در قالب یک مدل ریاضی با هم ترکیب و بصورت یک کمیت عددی ارائه می‌گردند که این عدد به‌عنوان شاخص کلی کیفیت خاک، منعکس کننده مجموعه ویژگی‌های مورد نظر می‌باشد [۹]. در منابع موجود مجموعه‌های مختلفی از ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک برای تعیین شاخص کیفیت خاک بکار رفته [۱۹ و ۲۲] و شاخص کیفیت خاک بر اساس مجموعه‌های کل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (TDS) تعیین شده است. همچنین محققین تعدادی از خصوصیات خاک که نماینده بهتری از کیفیت خاک هستند را به عنوان مجموعه حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS) پیشنهاد کرده‌اند. انتخاب این ویژگی‌ها براساس بیشترین همبستگی با کل کیفیت خاک (شاخص کلی) و همچنین با استفاده از نتایج بدست آمده از داده‌های خروجی نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS صورت گرفته است. اراضی شور و بایر بخش عمده‌ای از مناطق جنوب غربی خوزستان را در برگرفته‌اند. از حدود بیست سال پیش تاکنون که بخشی از این منطقه به کشت صنعتی نیشکر اختصاص داده شد، هنوز پژوهش جامعی در مورد مقایسه شاخص‌های کیفیت خاک در این اراضی و همچنین اراضی حاشیه رودخانه کارون که به مدت طولانی بطور سنتی و توسط افراد محلی به زیر کشت می‌روند انجام نشده است. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر احیا و به زیر کشت بردن زمین‌های بایر و شور بر شاخص‌های کیفیت خاک تجمعی ($IQI_{MDS, TDS}$) و نمورو ($NQI_{MDS, TDS}$) و مقایسه شاخص‌های کیفی این اراضی با مزارع حاشیه رودخانه کارون و همچنین اراضی بایر و شور اولیه، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه مزارع نیشکر شرکت‌های کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان و امیرکبیر واقع در جنوب غربی استان خوزستان می‌باشد. این منطقه بین ۴۸ درجه و ۰۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۰۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. طبق آمار ۲۵ ساله (سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۷۰)، میانگین دمای روزانه ۲۴/۹ درجه سلیسیوس، گرمترین ماه سال تیرماه با حداکثر مطلق ۵۱/۲ درجه سلیسیوس، بارندگی کمتر از مقدار تبخیر سالیانه (۲۱۳ در مقابل ۳۲۲۲ میلی‌متر) بوده و رژیم‌های حرارتی و رطوبتی محاسبه شده بترتیب هایپرترمیک و اریدیک می‌باشند. از جنبه زمین‌شناسی، سازندهای منطقه مربوط به دوران سنوزوئیک و دوره کواترنر می‌باشند. اراضی این منطقه عمدتا تحت تاثیر طغیان‌های فصلی رودخانه کارون در گذشته بوده و اکثرا در عمق بصورت لایه لایه و دارای انقطاع می‌باشد، در برخی از نقاط که دورتر از رودخانه بوده و از شرایط پایدارتری برخوردار هستند لایه‌های پایینی خاک دارای تکامل بیشتر بوده و می‌توان تجمع اندک رس را در آن تشخیص داد اما تبعا به اندازه‌ای که برای افق آرجیلیک کافی باشد، دیده نشد. در برخی موارد تجمع آهک ثانویه در افق‌های پایین خاک دیده می‌شود، این آهک در سایز رس بوده و تجمع آهک در لایه‌های مذکور

در آزمایشگاه مشخص گردید. بر طبق سیستم طبقه‌بندی آمریکایی، خاک‌های این منطقه، در رده‌های آنتی‌سول‌ها (عمدتا تحت گروه Typic Torrifluvents) و اریدی سول‌ها (عمدتا تحت گروه Typic Haplocalcids) قرار می‌گیرند.

کاربری‌های اراضی موجود در منطقه مورد مطالعه

اراضی واقع در امتداد رودخانه کارون

کاربری این اراضی، که در آنها کشاورزی به روش سنتی انجام می‌شود، از سالیان دور تا به امروز تغییر چندانی نداشته و عمدتا شامل گندم، جو، برنج و به مقدار کمتر کلزا، گلرنگ، کنجد و گیاهان جالیزی است. این اراضی آب مورد نیاز کشاورزی را از رودخانه کارون تامین کرده و عموما فاقد سیستم‌های زهکشی مدرن می‌باشند و به علت نزدیک بودن به رودخانه کارون و اختلاف ارتفاع نسبت به آن، از رودخانه به‌عنوان زهکش طبیعی و روباز استفاده کرده، آب‌های زیر سطحی موجود در مزارع را در رودخانه کارون تخلیه می‌نمایند.

اراضی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی

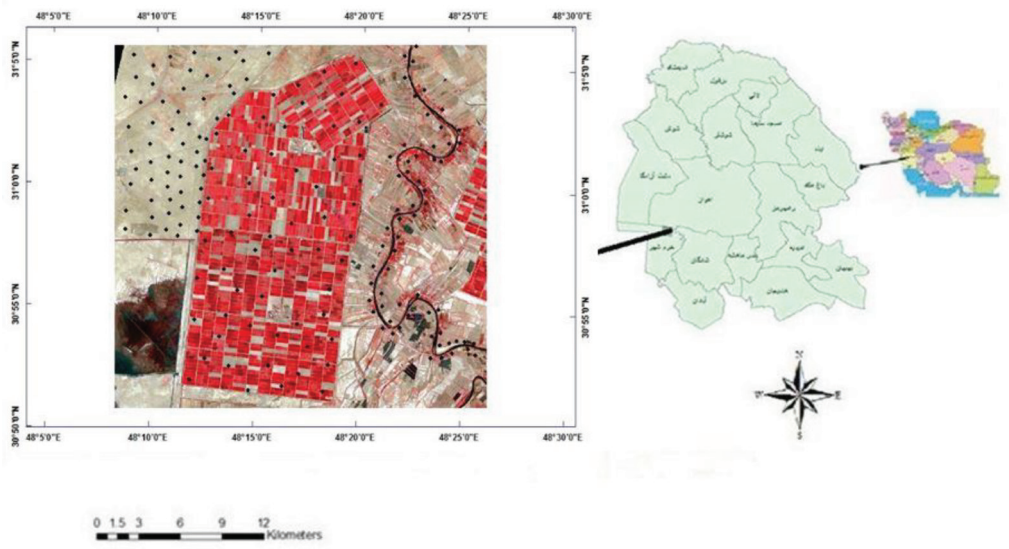
این اراضی دارای فاصله بیشتری از رودخانه کارون بوده اما همچنان آب مورد نیاز خود را از این رودخانه تامین می‌کنند. اراضی مذکور در واقع بخشی از اراضی شور و بایر منطقه بوده که پس از تسطیح، زهکشی، آبشویی و در نتیجه کاهش شوری خاک و قابل کشت شدن، این اراضی از حدود ۲۰ سال پیش عمدتا به کشت نیشکر اختصاص داشته و سایر محصولات کشاورزی به‌ندرت در این مزارع کشت می‌شوند. بر اثر استفاده از سموم، کودها و ماشین‌آلات کشاورزی در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت، خصوصیات خاک اراضی مذکور به شدت تحت تاثیر قرار گرفته و تغییرات مهمی نسبت به اراضی دارای مدیریت سنتی و همچنین اراضی بایر در آنها مشاهده می‌شود.

اراضی بایر

این اراضی بخش قابل توجهی از مساحت منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. این اراضی عمدتا دارای فاصله بیشتر از ده کیلومتر از رودخانه کارون بوده و به علت شوری بالا و در برخی نقاط قلیایی بودن و همچنین سطح ایستابی بالا و شور، در شرایط فعلی امکان کشت محصولات کشاورزی در آنها مقدور نمی‌باشد. اراضی مذکور دارای پوشش غیر متراکم گیاهان شور پسند مانند خانواده اسفناج (Chenopodiaceae)، خارشتر، شاهی می‌باشد.

داده‌های ماهواره‌ای

داده‌های ماهواره لندست ۸ به علت چند طیفی بودن امکان مطالعه منابع مختلف در طول موج‌های متنوعی از مرئی تا مادون قرمز را فراهم آورده است. از ویژگی‌های دیگر این داده‌ها متنوع بودن آنها می‌باشد. داده‌های این ماهواره شامل ۱۱ باند می‌باشند که هر ۱۶ روز یک بار توسط سنجنده تصویر برداری می‌شوند. در پژوهش حاضر از تصویر سنجنده OLI-TIRS متعلق به ماهواره لندست ۸ و تاریخ ۲۹ جولای ۲۰۲۲ مطابق با هشتم مرداد ماه ۱۴۰۱ استفاده گردید. تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری بر روی تصاویر انجام شد. تصویر مورد استفاده مربوط به مسیر



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در ایران و خوزستان به همراه نقاط نمونه‌برداری شده

(WRS-Path) ۱۶۵ و ردیف (WRS-Row) ۳۹ می‌باشد. نقشه‌های در دسترس از منطقه مورد مطالعه اسکن و ژئورفرنس شده و به عنوان نقشه پایه مورد استفاده قرار گرفتند.

انتخاب نمره‌دهی و وزن‌دهی ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک

انتخاب خصوصیاتی از خاک که به بهترین شکل ممکن بیانگر وضعیت کیفیت خاک است، اهمیتی کلیدی در ارزیابی کیفیت خاک دارد. ویژگی‌های منتخب باید محدوده گسترده‌ای از مشخصات خاک را پوشش دهند و با این حال هر یک بطور مستقیم بر کیفیت خاک موثر باشند [۲۶]. در این تحقیق ۲۲ ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک که در منابع مختلف به عنوان خصوصیات موثر بر کیفیت خاک معرفی شده‌اند [۱۹ و ۲۱]، به عنوان TDS در نظر گرفته شده و در ۱۸۰ نمونه خاک مورد مطالعه با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). به منظور انتخاب مجموعه حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS) به علت قابلیت روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) در گزینش [۹]، از این روش استفاده شد. روش PCA به منظور کاهش حجم داده‌ها، با انتخاب ویژگی‌هایی که بیشترین تاثیر را بر کیفیت خاک منطقه دارند، از بین تمام ویژگی‌های مورد بررسی خاک، با هدف تعیین کیفیت خاک، مورد استفاده قرار گرفته است [۲۱]. در این فرایند مولفه‌های اصلی که دارای ارزش ویژه بیشتر از یک هستند به عنوان MDS انتخاب شدند. با توجه به اینکه ویژگی‌های مورد بررسی دارای واحدهای مختلفی می‌باشند، به منظور اینکه بتوان آنها را در قالب یک شاخص کلی درآورد، ویژگی‌ها را باید بدون واحد کرد. در ادامه سهم هر ویژگی بوسیله روش آماری تجزیه عامل و در دو مجموعه TDS و MDS محاسبه شد [۲۲ و۲۴]. انجام فرایند تجزیه عامل (FA) و محاسبه مقدار سهم ویژگی‌ها بوسیله نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. سپس مقدار سهم هر ویژگی به مجموع مقادیر سهم کل ویژگی‌ها در هر مجموعه به عنوان وزن هر ویژگی برای محاسبه شاخص کیفیت خاک هر کاربری در نظر گرفته شد. در نهایت با استفاده از روابط ریاضی ۱ و ۲ مدل‌های IQI و NQI محاسبه شدند [۲۲].

$$IQI = \sum_{i=1}^{n} Wi.Ni \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه W_i وزن تعلق گرفته به هر ویژگی خاک، N_i مقدار تعلق یافته به هر ویژگی و n تعداد ویژگی‌های مورد نظر می‌باشد.

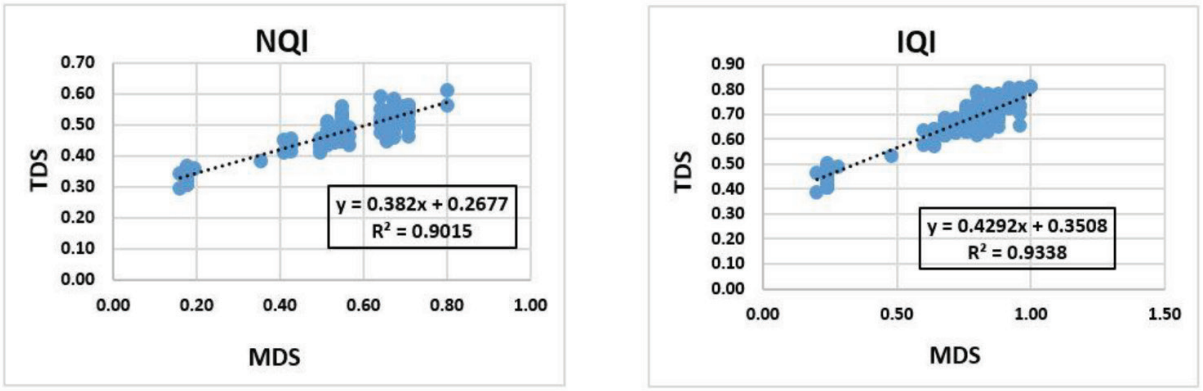
$$NQI = \sqrt{\frac{P_{ave}^{\ 2} + P_{\min}^{\ 2}}{2}} \times \frac{n-1}{n} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه P_{ave} میانگین مقادیر ویژگی‌های انتخاب شده برای هر نمونه خاک، P_{min} حداقل نمره موجود در بین ویژگی‌های انتخاب شده و برای هر نمونه و n تعداد ویژگی‌های مورد نظر برای محاسبه شاخص کیفیت خاک می‌باشد. هر کدام از این شاخص‌ها برای هر نمونه خاک با استفاده از دو مجموعه ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک شامل TDS و MDS تعیین شدند. بنابراین برای هر نمونه خاک، چهار شاخص کلی کیفیت خاک شامل: شاخص‌های کیفیت خاک تجمعی ($IQI_{MDS, TDS}$) و نمورو ($NQI_{MDS, TDS}$) بدست آمد. در ادامه مقایسه میانگین شاخص‌ها بین سه دسته نمونه خاک اراضی بایر، کشاورزی سنتی و کشت و صنعت صورت گرفت. همچنین همبستگی بین شاخص‌هایی که با استفاده از مجموعه کل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (TDS) و همچنین آنهایی که با استفاده از حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS) بدست آمده‌اند، در خاک اراضی سه‌گانه مورد بررسی قرار گرفتند. این فرایند به منظور تعیین کارایی MDS معرفی شده در بیان کل ویژگی‌های TDS انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورد بررسی اراضی به همراه ارزش ویژه بدست آمده از طریق تجزیه مولفه‌های اصلی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود پنج ویژگی دارای ارزش ویژه بزرگتر از یک بوده و ۹۲٪ از تغییرات را به خود اختصاص داده‌اند، لذا این پنج معیار به عنوان مجموعه حداقل ویژگی‌های موثر بر

کیفیت خاک (MDS) در نظر گرفته شدند. مقادیر سهم و وزن اختصاص یافته به هر ویژگی خاک در دو مجموعه TDS و MDS نیز در جدول شماره ۲ ارائه شده است. رابطه خطی بین شاخص‌های کیفیت خاک IQI و NQI که با دو مجموعه از ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS, TDS) بدست آمده‌اند برای تمام نمونه‌های مورد بررسی در شکل یک آمده است. همچنین نتایج آنالیز همبستگی شاخص‌های کیفیت خاک که با استفاده از دو مجموعه ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS, TDS) محاسبه شده‌اند در جدول شماره ۳ آورده شده است.



شکل ۲- رابطه خطی: الف) IQI_{MDS}, IQI_{TDS} و ب) NQI_{MDS}, NQI_{TDS} در کل نمونه‌های خاک

همانگونه که مشاهده می‌گردد بطور کلی در هر چهار مجموعه نمونه‌ها، همبستگی بین شاخص‌های IQI_{TDS} و IQI_{MDS} بیشتر از همبستگی بین شاخص‌های NQI_{TDS} و NQI_{MDS} می‌باشد. با این وجود در مورد هر دو شاخص و در هر چهار مجموعه نمونه‌ها، همبستگی‌های بین IQI و NQI بدست آمده در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. کی و همکاران نیز وجود همبستگی معنی‌دار بین TDS و MDS را گزارش داده‌اند. آنها R_2=۰/۶۵۲ را بین IQI_{TDS} و IQI_{MDS} و R_2=۰/۵۷۰ را بین NQI_{TDS} و NQI_{MDS} گزارش کرده‌اند [۱۸]. با توجه به همبستگی‌های معنی‌دار موجود، میتوان نتیجه گرفت که با استفاده از مجموعه حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS)، می‌توان بصورت قابل قبولی شاخص‌های کیفیت خاک IQI و NQI را محاسبه نمود و شاخص‌های IQI و NQI محاسبه شده با استفاده از مجموعه کل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (TDS) برتری چندانی نسبت به مجموعه حداقل ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک (MDS) ندارد. بنابراین با استفاده از مجموعه MDS که تعداد محدودتری از ویژگی‌های خاک را شامل می‌شوند، میتوان با اطمینان قابل قبولی شاخص‌های کیفیت خاک را تعیین نمود. همانطور که قبلا گفته شد، مجموعه MDS شامل پنج ویژگی خاک می‌باشد در حالی که در مجموعه TDS، ۲۲ ویژگی خاک در نظر گرفته شده است، در نتیجه تعیین کیفیت خاک با استفاده از مجموعه MDS موجب صرفه‌جویی در هزینه و زمان لازم برای تعیین کیفیت خاک می‌شود. جدول ۱ ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک مورد بررسی و ارزش ویژه بدست آمده از آنالیز تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) همچنین مشاهده می‌گردد که همبستگی بین مجموعه داده‌های TDS و MDS در مورد هر دو شاخص کیفیت خاک (IQI و NQI)، به ترتیب در نمونه خاک اراضی کشت و صنعت بیشتر از کشاورزی سنتی و اراضی بایر می‌باشد. در نتیجه مجموعه MDS در اراضی کشت و صنعت بهتر از کشاورزی سنتی و اراضی بایر میتواند بیانگر مجموعه خصوصیات TDS باشد. هرچند با توجه به معنی‌دار بودن همبستگی در تمام موارد، در مورد اراضی تحت کشت سنتی و بایر نیز استفاده از مجموعه MDS به جای TDS کارایی قابل قبولی را به دنبال خواهد داشت (جدول ۳).

جدول ۱- ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک مورد بررسی و ارزش ویژه بدست آمده از آنالیز تجزیه همبستگی بین شاخص‌های کیفیت خاک محاسبه شده با استفاده از دو مجموعه ویژگی‌های متفاوت (NQI و IQI) مولفه های اصلی (PCA)

ویژگی‌های مورد نظر	ارزش ویژه بدست آمده از روش PCA	منبع روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری
EC	۲/۲۳۳	(Page, Miller, and Keeney 1982)
PH	۰/۰۰۵	(Page, Miller, and Keeney 1982)
Na	۱/۳۹۳	(Gugino et al. 2009)
Ca	۰/۷۶۸	(Gugino et al. 2009)
Mg	۱/۴۷۳	(Gugino et al. 2009)
Cl	۴/۳۶۲	(Gugino et al. 2009)
HCO_3	۰/۳۰۲	(Gugino et al. 2009)
SO_4	۱/۴۱۱	(Gugino et al. 2009)
SAR	۰/۲۶۲	(Page, Miller, and Keeney 1982)
CEC	۰/۱۲۷	(Gugino et al. 2009)
K(ppm)	۰/۰۱۱	(Page, Miller, and Keeney 1982)
P(ppm)	۰/۰۱۸	(Page, Miller, and Keeney 1982)
CCE(%)	۰/۴۰۳	(Page, Miller, and Keeney 1982)
OM(%)	۰/۱۳۱	(Walkley and Black 1934)
AC(ppm)	۰/۲۲۸	(Gugino et al. 2009)
Sand	۰/۴۸۲	(Gee and Bauder 1986)
Clay	۰/۰۷۷	(Gee and Bauder 1986)
Silt	۰/۱۵۴	(Gee and Bauder 1986)
KS ($m.d^{-1}$)	۰/۰۵۲	(Singh and Khera 2009)
MWD (mm)	۰/۳۵	(Gee, Bauder, and Klute 1986)
Hardness (psi)	۰/۳۷۶	(Singh and Khera 2009)
KS ($m.d^{-1}$)	۰/۰۲۲	(Reynolds et al. 2009)

* ویژگی‌های دارای ارزش ویژه بزرگتر از ۱ بصورت پر رنگ مشخص شده و به عنوان مجموعه MDS در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۲- وزن ویژگی‌های کیفیت خاک در دو مجموعه TDS و MDS با استفاده از روش تجزیه عامل (FA)

TDS		MDS		ویژگی	TDS		MDS	
COM	وزن	COM	وزن		COM	وزن	COM	وزن
۰/۹۹۱	۰/۰۵	۰/۹۹۱	۰/۲۰۲	P(ppm)	۰/۷۵۶	۰/۰۳۸	-	-
۰/۶۹۶	۰/۰۳۶	-	-	CCE(%)	۰/۶۰۵	۰/۰۳۰	-	-
۰/۹۹۰	۰/۰۵	۰/۹۹	۰/۲۰۲	OM(%)	۰/۹۰۳	۰/۰۴۵	-	-
۰/۹۷۱	۰/۰۴۹	-	-	AC(ppm)	۰/۶۴۳	۰/۰۳۲	-	-
۰/۹۷۲	۰/۰۴۹	-	-	Sand	۰/۹۶۹	۰/۰۴۹	-	-
۰/۹۸۳	۰/۰۴۹	۰/۹۸۳	۰/۲۰۰	Clay	۰/۸۶۲	۰/۰۴۳	-	-
۰/۹۵۶	۰/۰۴۸	-	-	Silt	۰/۹۲۶	۰/۰۴۷	-	-
۰/۹۷۵	۰/۰۴۹	۰/۹۷۵	۰/۱۹۹	KS(m.d^{-1})	۰/۸۵۶	۰/۰۴۳	-	-
۰/۹۶۱	۰/۰۴۸	۰/۹۶۱	۰/۱۹۶	MWD(mm)	۰/۸۳۱	۰/۰۴۲	-	-
۰/۶۹۵	۰/۰۳۵	-	-	Hardness(psi)	۰/۹۵۰	۰/۰۴۸	-	-
۰/۷۰۲	۰/۰۳۵	-	-	Pb(gr.cm^{-3})	۰/۷۲۸	۰/۰۳۷	-	-

مقدار میانگین شاخص‌های کیفیت خاک، IQI_{MDS}، IQI_{TDS} و NQI_{MDS} و NQI_{TDS} در کل خاک‌های منطقه مورد مطالعه و در سه کاربری کشت و صنعت، سنتی و بایر در جدول ۵ ارائه شده است. کی و همکاران به منظور طبقه‌بندی شاخص‌های کیفیت خاک، توانستند آنها را به چهار گروه کلی تقسیم‌بندی کنند؛ درجه I مناسب برای رشد گیاه، درجه II مناسب برای رشد گیاه اما با مقداری محدودیت، درجه III دارای محدودیت بیشتری نسبت به درجه II و درجه IV دارای محدودیت بسیار زیاد برای رشد گیاه (جدول ۴) [۱۸]. بر اساس این طبقه‌بندی و همچنین جدول شماره ۵، مشاهده می‌گردد که هیچکدام از کاربری‌ها در درجه یک قرار نمی‌گیرند. اراضی کشت و صنعت در تمام مجموعه‌ها در درجه ۲ بوده و فقط در مجموعه NQI_{MDS} در درجه ۳ قرار گرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بطور کلی کیفیت خاک این اراضی دارای اندکی محدودیت برای رشد گیاهان می‌باشد اما کیفیت خاک، رشد گیاهان را با محدودیت جدی مواجه نخواهد کرد. شاخص‌های کیفیت خاک در محدوده اراضی تحت کاربری کشاورزی سنتی، در درجات ۲، ۳ و ۴ قرار گرفته و همانگونه که از نتایج بر می‌آید، این اراضی دارای محدودیت بیشتری نسبت به اراضی کشت و صنعت می‌باشند. اراضی بایر در تمام مجموعه‌ها دارای درجه کیفی ۳ بوده، اما در مجموعه NQI_{MDS} دارای درجه کیفی ۴ می‌باشد که این امر نشان‌دهنده کیفیت بسیار پایین این اراضی و محدودیت شدید آنها برای رشد گیاهان متعارف می‌باشد (جدول ۵). مطالعات مختلف نشان می‌دهند که عملیات کشاورزی و تغییر کاربری اراضی می‌تواند تاثیر مخربی بر اکثر ویژگی‌های کیفی خاک داشته و در کل کیفیت خاک را کاهش دهد [۴ و ۵]. اما در شرایط منطقه مورد مطالعه که خاک طبیعی منطقه از کیفیت بسیار پایینی برخوردار بوده و سطح آب زیرزمینی منطقه نیز بسیار کم عمق می‌باشد، انجام عملیات اصلاحی متعدد مانند زهکشی، تسطیح و آبشویی و... منجر به بهبود شرایط خصوصیات کیفی خاک شده و شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاهان فراهم می‌نماید. شاخص‌های کیفی مختلف خاک تغییرات ایجاد شده بر اثر عملیات اصلاحی را بخوبی نشان می‌دهند. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که هرچند بطورکلی استفاده از مجموعه های TDS دقیق‌تر و کامل‌تر از مجموعه‌های MDS باشد، اما با استفاده از مجموعه‌های MDS نیز می‌توان شاخص‌های کیفیت خاک منطقه مورد مطالعه را با دقت قابل قبولی تعیین کرده و با این انتخاب زمان و هزینه انجام طرح تحقیقاتی را به مقدار قابل توجهی

کاهش داد. بر اساس نتایج بدست آمده از این طرح پژوهشی، استفاده از شاخص‌های IQI_{MDS} و NQI_{MDS} می‌تواند به خوبی اختلاف کیفیت خاک بین کاربری‌های کشت و صنعت، سنتی و اراضی بایر را نشان دهد. لذا توصیه می‌شود در شرایطی که پژوهشگران از جنبه زمان و هزینه انجام طرح در تنگنا قرار گرفته‌اند، به منظور تعیین شاخص کیفیت خاک می‌توانند از مجموعه های MDS بجای TDS استفاده کنند.

جدول ۳- همبستگی بین شاخص‌های کیفیت خاک محاسبه شده با استفاده از دو مجموعه ویژگی‌های متفاوت (NQI و IQI)

کاربری اراضی	شاخص‌های کیفیت خاک	
	IQI	NQI
کشت و صنعت	۰/۸۶**	۰/۸۲**
کشاورزی سنتی	۰/۷۹**	۰/۷۴**
بایر	۰/۷۱**	۰/۶۷**
کل نمونه‌ها	۰/۹۳**	۰/۹۰**

جدول ۴- دامنه تغییرات برای چهار درجه شاخص‌های کیفیت خاک

دامنه امتیازها				
درجه	IQI_{TDS}	IQI_{MDS}	NQI_{TDS}	NQI_{MDS}
I	> ۰/۷۶	> ۰/۷۸	> ۰/۵۵	> ۰/۸۰
II	۰/۶۶-۰/۷۶	۰/۶۸-۰/۷۸	۰/۴۵-۰/۵۵	۰/۷۰-۰/۸۰
III	۰/۵۶-۰/۶۶	۰/۵۸-۰/۶۸	۰/۳۵-۰/۴۵	۰/۶۰-۰/۷۰
IV	< ۰/۵۶	< ۰/۵۸	< ۰/۳۵	< ۰/۶۰

جدول ۵- مقادیر میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در نمونه‌های خاک کشت و صنعت، سنتی و بایر

کاربری اراضی	شاخص کیفیت خاک			
	IQI_{TDS}	IQI_{MDS}	NQI_{TDS}	NQI_{MDS}
کشت و صنعت	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۶۴
سنتی	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۵۲
بایر	۰/۴۷	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۱۹
کل نمونه ها	۰/۶۳	۰/۶	۰/۴۱	۰/۴۵

** همبستگی معنی دار در سطح ۱٪

نتیجه‌گیری

بطور کلی پنج ویژگی هدایت الکتریکی گل اشباع (ECe)، غلظت سدیم، کلر و سولفات در عصاره اشباع خاک و همچنین SAR، بیشترین تاثیر را بر کیفیت خاک منطقه جنوب غرب خوزستان دارند. این امر به علت تاثیر بسیار زیاد املاح محلول بر شاخص‌های کیفیت خاک منطقه مورد مطالعه بوده، بطوریکه تجمع املاح در سطح و عمق خاک، کیفیت خاک را بطور عمده تحت تاثیر قرار می‌دهد. لزوم آبشویی اراضی و خروج املاح اضافه از سطح و عمق پروفیل، بخصوص در مورد اراضی بایر و تحت مدیریت سنتی مشاهده شده و عامل اصلی ایجاد اختلاف بین اراضی یاد شده و اراضی تحت مدیریت کشت و صنعت می‌باشد. در اراضی کشت و صنعت بر اثر تسطیح، زهکشی و آبشویی، حتی‌الامکان املاح اضافه از نیمرخ خاک شسته شده و شرایط برای رشد گیاهان فراهم شده است هرچند که تداوم عملیات مدیریتی مناسب در این اراضی نیز ضروری به نظر می‌رسد. مدیریت اراضی کشت و صنعت بخصوص در زمینه مواد آلی و ویژگی‌های فیزیکی خاک باید به نحوی انجام شود که شاخص‌های کیفیت خاک به محدوده بهینه نزدیک‌تر شده و شاهد الگویی برای کشاورزی پایدار در منطقه باشیم.

منابع

[1] Aparicio, Virginia, and José Luis Costa. 2007. 'Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean Pampas', Soil and Tillage Research, 96: 155-65.
[2] Arshad, Muhammad A, and S Martin. 2002. 'Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems', Agriculture, ecosystems & environment, 88: 153-60.
[3] Cambardella, CA, AM Gajda, JW Doran, BJ Wienhold, TA Kettler, and R Lal. 2001. 'Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition', Assessment methods for soil carbon: 349-59.
[4] CASTRO FILHO, C de, O Muzilli, and AL Podanoschi. 1998. 'Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono organico num Latossolo Roxo distrófico, em funcao de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras', Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22: 527-38.

[5] Celik, I. 2005. 'Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey', Soil and Tillage Research, 83: 270-77.

[6] Ditzler, Craig A, and Arlene J Tugel. 2002. 'Soil quality field tools', Agronomy Journal, 94: 33-38.

[7] Doran, John W, and Alice J Jones. 1996. Methods for assessing soil quality

[8] Doran, John W, and Timothy B Parkin. 1994. 'Defining and assessing soil quality', Defining soil quality for a sustainable environment: 1-21.

[9] Dumanski, Julian, and Christian Pieri. 2000. 'Land quality indicators: research plan', Agriculture, ecosystems & environment, 81: 93-102.

[10] Gee, Glendon W, and James W Bauder. 1986. 'Particle-size analysis 1', Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods: 383-411.

[11] Gee, Glendon W, JW Bauder, and A Klute. 1986. 'Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical methods', Soil Science Society of America Book Series. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin: 404-10.

[12] Govaerts, Bram, Ken D Sayre, and Jozef Deckers. 2006. 'A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico', Soil and Tillage Research, 87: 163-74.

[13] Gugino, Beth K, George S Abawi, Omololu J Idowu, Robert R Schindelbeck, Larissa L Smith, Janice E Thies, David W Wolfe, and Harold M Van Es. 2009. Cornell soil health assessment training manual (Cornell University (College of Agriculture and Life Sciences.

[14] Herrick, Jeffrey E, Joel R Brown, Arlene J Tugel, Patrick L Shaver, and Kris M Havstad. 2002. 'Application of soil quality to monitoring and management', Agronomy Journal, 94: 3-11.

[15] Islam, K_R, and RR Weil. 2000. 'Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management', Journal of Soil and Water Conservation, 55: 69-78.

[16] Nelson, Paul N, A Rahman Barzegar, and J Malcolm Oades. 1997. 'Sodicity and clay type: influence on decomposition of added organic matter', Soil science society of America journal, 61: 1052-57.

[17] Page, AL, RH Miller, and DR Keeney. 1982. 'Methods of soil analysis, part 2', Chemical and microbiological properties,2.

[18] Qi, Yanbing, Jeremy L Darilek, Biao Huang, Yongcun Zhao, Weixia Sun, and Zhiquan Gu. 2009. 'Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China', Geoderma, 149: 325-34.

[19] Reynolds, WD, CF Drury, CS Tan, CA Fox, and XM Yang. 2009. 'Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality', Geoderma, 152: 252-63.

[20] Romero-Aranda, R, T Soria, and J Cuartero. 2001. 'Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions', Plant science, 160: 265-72.

[21] Shahab, H, H Emami, and GH Haghnia. 2018. 'Effects of Gully Erosion on Soil Quality Indices in Northwestern Iran', Journal of Agricultural Science and Technology, 20: 1317-29.

[22] Shukla, MK, R Lal, and M Ebinger. 2006. 'Determining soil quality indicators by factorr analysis', Soil and Tillage Research, 87: 194-204.

[23] Singh, MJ, and KL Khera. 2009. 'Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses', Arid Land Research and Management, 23: 152-67.

[24] Sun, Bo, Shenglu Zhou, and Qiguo Zhao. 2003. 'Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China', Geoderma, 115: 85-99.

[25] Walkley, Aldous, and I Armstrong Black. 1934. 'An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method', Soil Science, 37: 29-38.

[26] Wang, Xiaoju, and Zitong Gong. 1998. 'Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China', Geoderma, 81: 339-55.

عنوان مقاله:

پیامد کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت بر ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و عملکرد نیشکر در دو خاک با بافت لومی و رسی‌سیلتی

Effect of clinoptilolite zeolite on soil water holding capacity and sugarcane yield in two soils with loamy and silty clay texture

نویسنده مسئول: شیلا خواجوی شجاعی
سرپرست خاک‌شناسی کشت و صنعت دعبل خزاعی
ایمیل نویسنده: shila_khajavi@yahoo.com
سایر نویسندگان: امیر سراغی[۱]، کوروش مسعودیان خوزانی[۲]
۱. مدیر مطالعات کاربردی کشت و صنعت دعبل خزاعی
۲. رییس اداره آب، خاک و هواشناسی کشت و صنعت دعبل خزاعی

چکیده

استفاده از اصلاح‌کننده‌های معدنی می‌تواند در بهبود ویژگی‌های خاک، ظرفیت نگه‌داشت رطوبت در خاک و بهبود عملکرد گیاهان زراعی مؤثر باشد. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر زئولیت کلینوپتیلولیت پتاسیمی در نگه‌داشت آب در خاک و عملکرد گیاه نیشکر در دو مزرعه با بافت خاک سنگین و بافت خاک متوسط انجام شد. در هر مزرعه تیمارهای آزمایشی شامل ۱- استفاده از ۲۰ تن در هکتار زئولیت و ۲- شاهد (بدون کاربرد زئولیت) بودند. پس از اعمال تیمار زئولیت در دو مزرعه، کشت نیشکر در شرایط مزرعه انجام شد. پس از آن وضعیت رطوبت خاک و عملکرد گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی آزمایشگاهی نشان داد افزودن زئولیت به هر دو نوع خاک با بافت لومی و رسی سیلتی سبب افزایش نگه‌داشت آب در خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد. این افزایش در خاک با بافت لومی بیش‌تر از خاک با بافت رسی سیلتی بود. نتایج بررسی رطوبت خاک در مزرعه نشان داد افزودن زئولیت به خاک با بافت لومی سبب افزایش رطوبت خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد، در حالی‌که در خاک با بافت رسی سیلتی تفاوت چشم‌گیری بین مقدار رطوبت خاک در تیمار کاربرد زئولیت و تیمار شاهد مشاهده نشد. همچنین ارتفاع و عملکرد گیاه در هر دو مزرعه (در هر دو نوع بافت خاک) در تیمار کاربرد زئولیت نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. این افزایش در خاک با بافت لومی بیش‌تر از خاک با بافت رسی سیلتی بود. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد کاربرد زئولیت می‌تواند در افزایش نگه‌داشت آب و بهبود وضعیت رطوبت خاک در مزارع نیشکر به‌ویژه در خاک‌های با بافت لومی مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: اصلاح‌کننده معدنی، بافت خاک، رطوبت خاک، کلینوپتیلولیت.

Abstract

The application of mineral amendments could be effective in improving soil properties, soil moisture retention capacity and crops yield. This research was conducted to investigate the effect of potassium clinoptilolite zeolite on soil water retention and sugarcane yield in two fields with loamy and silty clay soil texture. In each field, the treatments were included 1- application of 20 ton ha-1 of zeolite and 2- the control (without zeolite application). The sugarcane cultivation was done after application of zeolite treatment in fields. The soil moisture content and sugarcane yield were investigated under laboratory and field conditions respectively. The results of laboratory tests indicated that the addition of zeolite to loamy and silty clay soils increased soil water retention compared to the control treatment. The increase in soil water retention was higher in loamy soil than silty clay soil. The results of soil moisture content in field experiment showed that addition of zeolite to loamy soil increased soil moisture compared to the control, while, there were no significant difference between application of zeolite and the control treatments in silty clay soil. The plant height and yield increased in both soil texture by the zeolite application compared to the control. The increase in significant height and yields was higher in loamy soil than silty clay soil. Therefore, it could be concluded that the application of zeolite can be effective in increasing water retention and improving soil moisture in sugarcane fields, especially in loamy soils.

Key words: Mineral amendment, Soil texture, Soil moisture, Clinoptilolite.

مقدمه

ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و یکی از مشکلات مهم کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود منابع آب می‌باشد. بنابراین استفاده از راهکارهایی جهت افزایش بهره‌وری آب آبیاری در کشاورزی، افزایش ظرفیت ذخیره رطوبت در خاک و استفاده بهینه از منابع آب بسیار ضروری است [۲]. در سال‌های اخیر استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک جهت بهبود نگه‌داشت آب در خاک مورد توجه قرار گرفته است. زئولیت‌ها گروهی از آلومینوسیلیکات‌ها هستند که به‌دلیل ساختمان بلوری، توانایی زیادی در نگه‌داشت رطوبت خاک دارند. زئولیت‌ها همچنین علاوه بر ذخیره آب، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را نیز افزایش می‌دهند و نقش اصلاح‌کنندگی در خاک ایفا می‌کنند. جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی توسط زئولیت‌ها سبب می‌شود در صورت انتخاب صحیح نوع زئولیت مصرفی، از طریق فراهمی طولانی‌مدت رطوبت و عناصر غذایی به بهبود رشد گیاه کمک کند[۳]. زئولیت‌ها به‌دلیل تخلخل بالا و ساختار کریستالی خود می‌توانند مولکول‌های آب را تا ۶۰ درصد وزن خود حفظ کنند. آب، در منافذ آنها، می‌تواند به‌طور پیوسته تبخیر شود یا بدون آسیب رساندن به ساختارهای کریستالی، دوباره جذب شود. چگالی ظاهری یک ویژگی فیزیکی خاک است که می‌تواند بر تخلخل کل و پایداری خاک سطحی تأثیر بگذارد. زئولیت‌ها همچنین می‌توانند محتوای آب خاک را با تغییر شکل چگالی ظاهری و تخلخل تهویه‌ای تغییر دهند[۳]. زئولیت‌ها به‌دلیل داشتن ساختار فوق العاده متخلخل، می‌توانند کارایی مصرف آب (WUE) را با افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و بهبود فراهمی آن برای گیاهان بهبود دهند. زئولیت‌ها همچنین به خیس شدن مجدد سریع و افزایش جریان جانبی آب به سمت ناحیه ریشه در طول آبیاری کمک می‌کنند [۴]. این منجر به حفظ آب مورد نیاز برای آبیاری می‌شود. بررسی اثر زئولیت نشان داده است، استفاده از ۷/۵ تن بر هکتار زئولیت و ۲۲/۵ تن در هکتار فیلترکیک بدون استفاده از کودهای رایج باعث افزایش عملکرد و ساکارز در گیاه نیشکر می‌شود [۵]. زئولیت همچنین از جمله تهویه‌کننده‌های خاک می‌باشند که می‌توانند سبب اصلاح ویژگی‌های خاک، بهبود نگه‌داشت عناصر غذایی و همچنین بهبود نفوذپذیری، زهکشی و تهویه خاک شوند. افزون بر این زئولیت‌ها به‌دلیل افزایش تبادل کاتیونی در بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه نیز نقش دارند. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که زئولیت‌ها از طریق جلوگیری از هدررفت عناصر غذایی، سبب افزایش کارایی مصرف کود و بهبود رشد گیاه می‌گردند [۳]. با توجه به کاهش منابع آب، ارزیابی تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های معدنی خاک مانند زئولیت بر وضعیت نگه‌داشت آب در خاک می‌تواند در مدیریت آبیاری در مزارع نیشکر، مؤثر باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از زئولیت بر نگه‌داشت آب در خاک و عملکرد نیشکر در دو مزرعه با بافت خاک شنی و رسی‌سیلتی در کشت و صنعت دعبل خزاعی بود.

مواد و روش‌ها

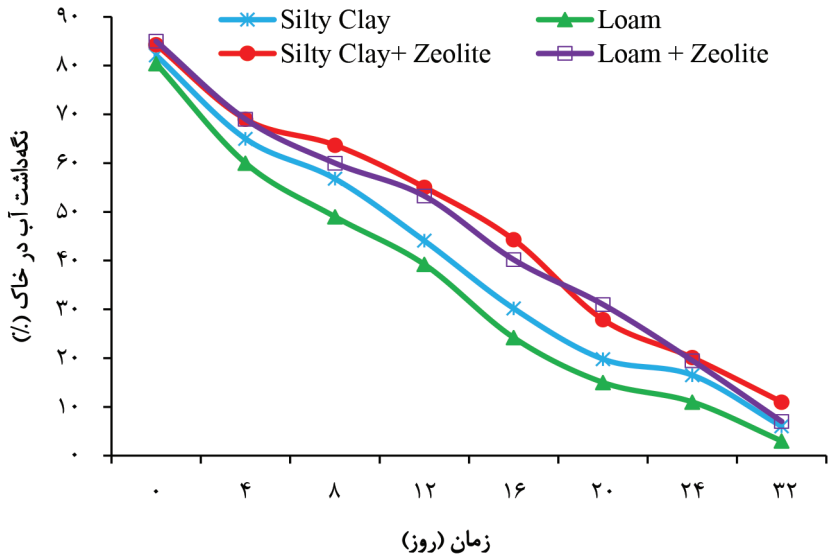
این پژوهش در کشت و صنعت دعبل خزاعی در دو مزرعه با بافت خاک سنگین (رسی‌سیلتی) و متوسط (لومی) انجام شد. این پژوهش در شرایط مزرعه با دو تیمار ۱- استفاده از زئولیت کلینوپتیلولیت پتاسیمی به‌مقدار ۲۰ تن در هکتار و ۲- شاهد (بدون استفاده از زئولیت) و در سه تکرار انجام شد. مساحت پلات‌های آزمایشی ۲ هکتار بود. تیمار زئولیت در هر دو مزرعه پیش از کاشت با خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری ترکیب شد. سپس کشت قلمه نیشکر واریته CP69-1062 به‌صورت دو ردیفه با فاصله ۴۰ سانتی‌متری از یکدیگر، در دو مزرعه انجام شد. پس از رشد گیاه نیشکر و در طول دوره داشت، وضعیت رطوبت خاک، بررسی شد. بدین ترتیب که در هر دو مزرعه در زمان‌های مختلف شامل ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از آبیاری، رطوبت خاک به‌روش وزنی اندازه‌گیری شد و میانگین رطوبت اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف پس از آبیاری، در ماه‌های خرداد و تیر ماه، محاسبه شد. همچنین

ارتفاع گیاه در طول دوره داشت بررسی شد و در پایان دوره رشد گیاه، ارتفاع نهایی نیشکر اندازه‌گیری شد. عملکرد نیشکر (عملکرد ساقه) در هر تیمار نیز اندازه‌گیری شد. در این پژوهش اثر استفاده از زئولیت در نگه‌داشت آب در خاک در شرایط آزمایشگاهی نیز بررسی شد. به این ترتیب که ۲۰۰ گرم از هر نمونه خاک (دو خاک با بافت رسی سیلتی و بافت لومی) به همراه معادل ۲۰ تن در هکتار زئولیت در سه تکرار تهیه شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، به هر ظرف ۲۰۰ میلی‌لیتر آب افزوده شد و در بازه‌های زمانی مختلف به مدت ۳۰ روز رطوبت نمونه‌ها به‌صورت وزنی اندازه‌گیری گردید [۶].

نتایج و بحث

اثر کاربرد زئولیت بر نگه‌داشت آب در خاک در شرایط آزمایشگاهی

نتایج نشان داد که با کاربرد زئولیت در خاک، مقدار نگه‌داشت آب در خاک در هر دو خاک با بافت سنگین و متوسط نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۱). بیش‌ترین تفاوت رطوبتی بین تیمار شاهد و زئولیت در خاک با بافت لومی مشاهده شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، رطوبت بین نمونه‌های شاهد و زئولیت در روزهای ابتدایی آزمایش (تا ۴ روز) اختلاف چندانی نداشت، اما با گذشت زمان و کاهش رطوبت در نمونه‌ها اختلاف بین تیمار شاهد با تیمار کاربرد زئولیت افزایش یافت. بیشترین اختلاف رطوبت بین تیمار شاهد و زئولیت در این مزرعه ۱۶ درصد بود که مربوط به زمان‌های ۱۶ و ۲۰ روز پس از شروع آزمایش بود. افزایش نگه‌داشت آب در رطوبت‌های پایین‌تر ناشی از جذب سطحی است و از بافت خاک و به‌ویژه نواحی سطحی خاک تأثیر می‌گیرد. با توجه به بافت خاک کاربرد زئولیت به شکل پودری سبب بهبود ساختار و وضعیت رطوبتی خاک شده است. بیش‌ترین اختلاف رطوبت بین نمونه‌های شاهد و زئولیت در خاک با بافت لومی، ۱۴ درصد بود که ۱۶ روز پس از شروع آزمایش به‌دست آمد. به‌طور کلی تفاوت رطوبتی بین خاک تیمار شده با زئولیت و شاهد در خاک با بافت رسی‌سیلتی در مقایسه با خاک با بافت لومی بیش‌تر بود (شکل ۱).



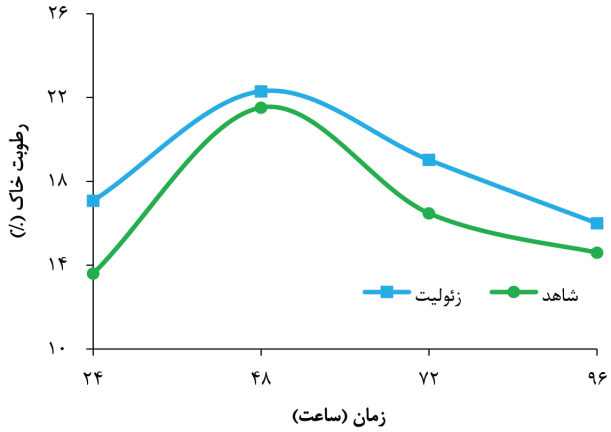
شکل ۱- اثر کاربرد زئولیت بر ظرفیت نگه‌داشت آب در بافت خاک لومی و رسی‌سیلتی

نقش زئولیت در تغییر دانه‌بندی و تخلخل ایجاد شده در خاک نمونه‌ها دلیل عمده اختلاف رطوبتی است که منجر به نگهداری بهتر رطوبت در نمونه‌های تیمار شده با زئولیت می‌گردد. در واقع با کاربرد مقادیر یکسان زئولیت، هر چه بافت خاک سنگین‌تر باشد، افزایش درصد نگه‌داشت آب در خاک کم‌تر می‌باشد. بررسی تأثیر کاربرد زئولیت در دو خاک با بافت شنی و لومی رسی نشان داد که نگه‌داشت آب در مکش‌های پایین (۰ تا ۱۰ کیلوپاسکال)

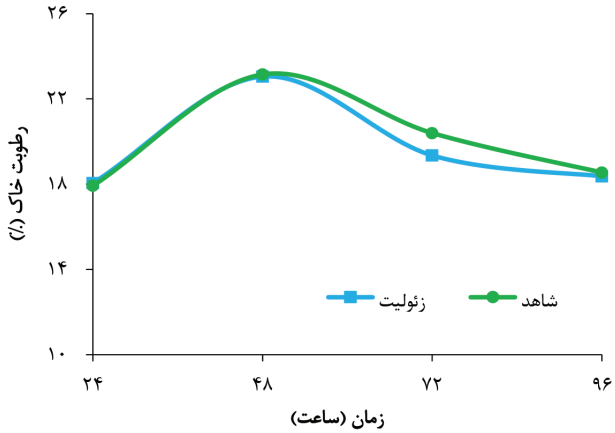
درصد حجمی رطوبت با افزایش کاربرد زئولیت به‌طور معنی‌داری به‌ویژه در بافت شنی افزایش یافت. همچنین در مکش‌های بالا (۳۳ تا ۱۵۰۰ کیلوپاسکال) درصد حجمی رطوبت با افزایش کاربرد زئولیت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین افزایش نگهداری رطوبت در خاک شنی و در حد رطوبتی FC رخ داد و پاسخ خاک لومی رسی به کاربرد زئولیت کم‌تر بود [۱].

اثر کاربرد زئولیت بر رطوبت خاک در شرایط مزرعه

نتایج نشان داد رطوبت خاک در مزرعه با بافت خاک لومی در زمان‌های مختلف پس از آبیاری، در تیمار کاربرد زئولیت بیش‌تر از نمونه شاهد بود. در حالی‌که در مزرعه با بافت خاک رسی‌سیلتی، تفاوت چندانی میان مقدار رطوبت خاک در زمان‌های مختلف پس از آبیاری در تیمار کاربرد زئولیت نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد (شکل‌های ۲ و ۳). این نتایج نشان داد، کاربرد زئولیت در خاک با بافت سنگین نقش قابل توجهی در افزایش رطوبت خاک نداشت، در حالی که در خاک با بافت متوسط سبب افزایش درصد رطوبت خاک می‌گردد. در واقع با کاربرد زئولیت، در خاک‌های با بافت متوسط و سبک، تأثیر کاربرد زئولیت به‌دلیل سطح ویژه بالاتر و ایجاد منافذ بیشتر در خاک به نگهداری رطوبت در خاک کمک می‌کند. این امکان وجود دارد که به‌دلیل پودری بودن ذرات زئولیت استفاده شده در بافت خاک لوم و زیاد شدن سطح ویژه آن، درصد نگهداری رطوبت خاک افزایش یابد. تأثیر کم‌تر کاربرد زئولیت در خاک با بافت رسی سیلتی می‌تواند به این دلیل باشد که بالاتر بودن درصد ذرات رس و کلوخه‌های موجود، ذرات تشکیل دهنده خاک با قدرت بیش‌تری به یکدیگر متصل شوند. در نتیجه هنگام آبیاری کلوخه‌ها به راحتی از هم جدا نشوند و پس از آبیاری و غرقاب شدن نیز آب نتواند به تمام منافذ خاک نفوذ کند و این خاک نسبت به خاک با بافت متوسط آب کم‌تری جذب کند.



شکل ۲- تأثیر کاربرد زئولیت بر رطوبت خاک در مزرعه با بافت خاک لومی



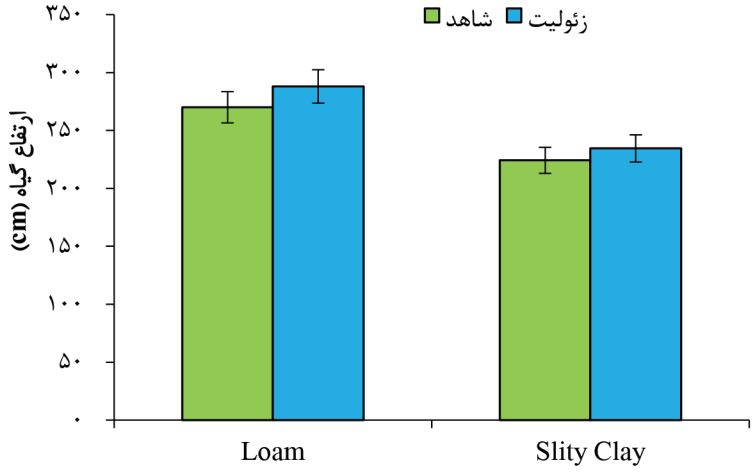
شکل ۳- تأثیر کاربرد زئولیت بر رطوبت خاک در مزرعه با بافت خاک رسی‌سیلتی

نتایج بدست آمده از این بررسی با نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت در شرایط آزمایشگاهی اندکی متفاوت بود که می‌تواند به‌دلیل بالاتر بودن تبخیر و تعرق در شرایط طبیعی نسبت به شرایط آزمایشگاهی و یکنواخت نبودن شرایط در مزرعه است. امانی و همکاران گزارش کردند، استفاده از زئولیت علاوه بر جذب و نگهداری رطوبت در خاک، سبب کاهش مقدار تبخیر شده و از این طریق نیز به افزایش مقدار رطوبت خاک کمک می‌کند [۲]. به‌طور مشابه نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت در خاک شنی آب قابل استفاده خاک را در مقایسه با تیمار شاهد ۱/۵ برابر افزایش یافت، در حالی که در خاک با بافت لومی رسی این افزایش معنی‌دار نبود [۱].

اثر کاربرد زئولیت بر ارتفاع نهایی و عملکرد گیاه نیشکر

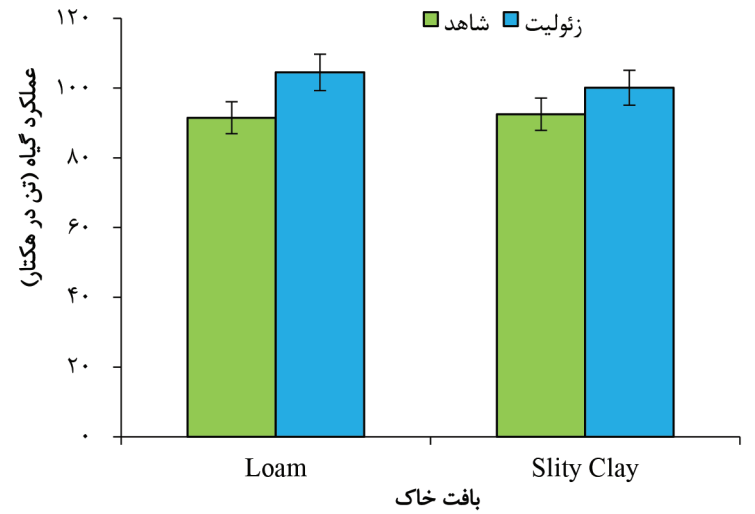
نتایج نشان داد در مزرعه با بافت خاک لومی در تیمار کاربرد زئولیت نسبت به شاهد افزایش نشان داد و ارتفاع نهایی نیشکر در پایان دوره رشد در تیمار کاربرد زئولیت ۱۸ سانتی‌متر بیش‌تر از تیمار شاهد بود. در حالی‌که در خاک

با بافت رسی‌سیلتی استفاده از زئولیت سبب افزایش ارتفاع نیشکر ۱۰/۳ سانتی‌متری در مقایسه با تیمار شاهد شد.



شکل ۴- تأثیر کاربرد زئولیت بر ارتفاع گیاه در دو مزرعه با بافت خاک لومی و رسی سیلتی

نتایج نشان داد استفاده از زئولیت به‌عنوان اصلاح‌کننده معدنی در هر دو نوع بافت خاک سبب افزایش عملکرد ساقه نیشکر شد. عملکرد ساقه نیشکر در در تیمار کاربرد زئولیت در مزرعه با بافت رسی‌سیلتی و لومی به‌ترتیب ۷/۶ (معادل ۸ درصد) و ۱۳ تن (۱۴ درصد) در هکتار نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت (شکل ۵). یکی از دلایل افزایش رشد نیشکر در خاک با بافت لومی احتمالاً تأثیر زئولیت در افزایش درصد رطوبت خاک در این بافت است (شکل ۳)، در حالی که در بافت رسی‌سیلتی با ویژگی‌های بافتی متفاوت این امکان وجود دارد که گیاه بر سر جذب آب و آزادسازی آن در مکش‌های بالاتر با زئولیت رقابت کند و همین امر سبب شده که افزایش رشد و ارتفاع نیشکر نسبت به تیمار شاهد، در مقایسه با خاک با بافت رسی‌سیلتی کمتر باشد. کایرو و همکاران گزارش کردند، استفاده از ۲۲/۵ تن در هکتار اصلاح‌کننده آلی (فیلترکیک نیشکر) و ۷/۵ تن در هکتار زئولیت عملکرد نیشکر نسبت به نمونه شاهد ۲۰۰ درصد افزایش نشان داد، در واقع کاربرد زئولیت با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، سبب پاسخ مناسب در افزایش عملکرد گیاه نیشکر گردید [۵].



شکل ۵- تأثیر کاربرد زئولیت بر ارتفاع گیاه در در دو مزرعه با بافت خاک لومی و رسی سیلتی

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد، کاربرد زئولیت به هر دو نوع خاک با بافت لومی و رسی سیلتی سبب افزایش نگه‌داشت آب در خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد که این افزایش در خاک با بافت لومی بیش‌تر از خاک با بافت رسی سیلتی بود. نتایج همچنین نشان داد کاربرد زئولیت در خاک با بافت رسی سیلتی نقش کمتری در بهبود وضعیت رطوبتی خاک در شرایط مزرعه داشت، در حالی که در خاک با بافت لومی درصد رطوبت خاک در نمونه‌های تیمار شده با زئولیت نسبت به نمونه شاهد افزایش قابل توجهی یافت. نتایج نشان داد ارتفاع و عملکرد گیاه در هر دو مزرعه (در هر دو نوع بافت خاک) در تیمار کاربرد زئولیت نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که این افزایش در خاک با بافت لومی بیشتر از خاک با بافت رسی سیلتی بود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد کاربرد زئولیت اثرات مثبتی در افزایش درصد رطوبت خاک و عملکرد گیاه در هر دو نوع خاک داشت، اگر چه اثرات مثبت آن در خاک لومی بیشتر بود.

منابع

[۱] حق‌شناس گرگابی، م، و بیگی هرچگانی ح (۱۳۸۹). اثر زئولیت میانه بر ظرفیت نگه‌داشت آب و ضرایب مدل‌های منحنی رطوبتی دو بافت خاک شنی و لوم‌رسی. پژوهش آب ایران. ۴(۱)، ۳۵-۴۲.

[۲] امانی، الف، قاسمی، الف، نوری امامزاده‌ای، م و متقیان، ح (۱۴۰۰). تأثیر ورمی‌کولیت، بنتونیت و زئولیت بر میزان تبخیر و منحنی رطوبتی خاک. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک ۲۸(۲)، ۸۳-۱۰۱.

[3] Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Masciandaro, G., Manzi, D., Masini, C.M. and Mattii, G.B., 2021. Application of zeolites in agriculture and other potential uses: A review. Agronomy, 11(8), pp.1547.

[4] Wu, Q., Chi, D., Xia, G., Chen, T., Sun, Y. and Song, Y., 2019. Effects of zeolite on drought resistance and water–nitrogen use efficiency in paddy rice. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 145(11), pp.04019024.

[5] Cairo, P.C., de Armas, J.M., Artiles, P.T., Martin, B.D., Carrazana, R.J. and Lopez, O.R., 2017. Effects of zeolite and organic fertilizers on soil quality and yield of sugarcane. Australian Journal of Crop Science, 11(6), pp.733-738.

[6] Rutland DW (1986) Manual for determining physicalpropertiesoffertilizer.InternationalFertilizer Development Centre (IFDC). Muscle Shoals.

عنوان مقاله:

پیامد تعیین بهترین زمان انجام عملیات هیلینگ آپ براساس ارتفاع گیاه در واریته CP69-1062 در شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی

Determination of the Best Time to Perform Hilling up Operation Based on Plant Height in CP69-1062 Variety in Salman Farsi Agro-Industry

نویسنده مسئول: حسین نوروزی
مدیر گروه تحقیقات به‌زراعی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
ایمیل نویسنده: h.noroozi85@gmail.com
سایر نویسندگان: علی شینی دشتگل[۱]، شعبان زارعی[۲] و قدرت‌اله سعیدی‌مجد[۳]
۱. مدیر گروه تحقیقات آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
۲. معاون تحقیقات کشاورزی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
۳. معاون کشاورزی کشت و صنعت دعبل خزاعی

چکیده

به‌منظور تعیین بهترین زمان انجام عملیات هیلینگ‌آپ براساس ارتفاع ساقه، آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در یک مزرعه در شرکت کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ و انجام عملیات هیلینگ‌آپ با ارتفاع ساقه متفاوت (ارتفاع ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰) بودند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد نی، صفات کیفی و آب مصرفی میان تیمارهای انجام عملیات هیلینگ‌آپ با ارتفاع ساقه متفاوت و عدم انجام هیلینگ‌آپ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنها پارامتری که در این پژوهش تحت تأثیر عملیات هیلینگ‌آپ قرار گرفت، میزان ضایعات برداشت بود. میزان ضایعات برداشت در تیمار عدم انجام هیلینگ‌آپ نسبت به میانگین ضایعات برداشت در تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ تقریباً ۶/۳ درصد بیشتر بود. از میان پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت (نی قدی، چاپری، تراش و ته نی)، در تیمار عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ سهم پارامتر نی قدی نسبت به بقیه بیشتر بود. با توجه به نتایج، علاوه بر نبود تفاوت معنی‌دار بین انجام و عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ در این پژوهش، میان تیمارهای انجام عملیات هیلینگ‌آپ با ارتفاع ساقه متفاوت نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.
واژگان کلیدی: ضایعات برداشت، عملکرد نی، عملیات هیلینگ‌آپ، نیشکر.

Abstract

In order to determine the best time for performing hilling-up operations based on stalk height, an experiment has been conducted during the year 2020-2021 according to randomized complete block design with six treatments and three replications. The experiment takes place in a farm in Salman Farsi Agri-industry company. The experimental treatment comprised of without hilling-up and hilling-up operations with different stalk height (height 10, 20, 30, 40 and 50 cm). According to the obtained results, in terms of yield and yield components of cane, quality traits and water consumption, no significant difference was observed among treatments hilling-up operations with different stalk height and no hilling-up. The only parameter that was affected in this research was the amount of harvesting losses. The amount of harvesting losses in without hilling-up treatment was approximately 6.3% higher than the average harvesting losses in performing hilling-up operations treatments. In the treatment of without hilling-up, among the parameters related to harvesting losses (complete cane, chopper cane, unravel cane and uncut cane), the share of complete cane parameter was higher than the others. With regard to the results, in addition to non-significant difference between performing and not performing hilling-up operations in this study, there was no significant difference between the treatments performing .hilling-up operations with different stalk height.
Keywords: Cane yield, Harvesting losses, Hilling-up operation, Sugarcane.

مقدمه

نیشکر (Saccharum spp.) یک گیاه صنعتی با ارزش بوده که علاوه بر تولید شکر، فرآورده‌های جانبی زیادی از آن به دست می‌آید. این گیاه در اقتصاد چندین کشور نقش حیاتی بازی می‌کند [۹]. آنچه در مدیریت علمی مزارع محصولات مختلف و به‌ویژه در زراعت نیشکر دارای اهمیت است، اعمال به‌موقع و منطبق مراحل مدیریتی مزرعه با شرایط و مراحل رشدی محصول می‌باشد [۳]. در طی عملیات هیلینگ‌آپ، خاک پشته کاملاً برداشته شده و در روی نی ریخته می‌شود، بنابراین این عملیات جویچه را به پشته و پشته را به جویچه تبدیل می‌نماید. عملیات هیلینگ‌آپ بسته به شرایط اقلیمی تقریباً بین ۶۰ تا ۱۲۰ روز پس از عملیات کشت انجام می‌گردد. انجام عملیات هیلینگ‌آپ در پایان فاز تشکیل‌دهنده[1] (برای مثال ۱۲۰ روز پس از کاشت) باعث تنظیم پنجه‌زنی، فراهم کردن خاک کافی برای تکثیر و گسترش ریشه و افزایش تهویه خاک می‌شود. همچنین هلینگ‌آپ باعث استحکام بهتر گیاه شده و می‌تواند از ورس آن جلوگیری نماید. انجام عملیات هیلینگ‌آپ، پس از تثبیت تراکم نیشکر (۱۸۰ روز پس از کاشت) می‌تواند در جلوگیری از ورس مفید باشد. عملیات هیلینگ‌آپ با خاک‌دهی پای بوته‌ها باعث افزایش ریشه‌دهی و استقرار بهتر بوته‌ها در خاک می‌شود. این عملیات همچنین یکی از روش‌های مبارزه زراعی با علف‌های هرز مزارع پلنت محسوب می‌شود [۲]. عملیات هیلینگ‌آپ در این زمان، می‌تواند تهویه خاک را بهبود نموده و به کنترل علف‌های هرز کمک نماید. اثرات مفید هیلینگ‌آپ ممکن است به‌دلیل بهبود محیط فیزیکی خاک باشد که در نهایت عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد. همچنین گزارش شده است که عملیات هلینگ آپ در مزارع نیشکر استرالیا ممکن است باعث کاهش آسیب نماتد در گیاهان راتون شود [۷]. امروزه به‌دلایل مختلفی از جمله مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، آلودگی‌های زیست محیطی واثرات علفکش‌ها بر سلامت انسان و سایر موجودات، افزایش قیمت نهاده‌ها و کاهش تعداد علفکش‌های جدید ثبت شده در جهان به‌دلیل هزینه‌های بالای تحقیقات توسعه و ثبت علفکش‌ها، توسعه روش‌های غیرشیمیایی مدیریت علف‌های هرز امری اجتناب‌ناپذیر است (۴). در مطالعه‌ای که توسط احمدپور و همکاران [۱]، انجام گرفت عملیات هیلینگ‌آپ توانست علف‌های هرز را تا ۷۵ درصد شاهد بدون سمپاشی (در حد یک تیمار علف‌کشی) کنترل کند. در تایلند برای کنترل پس رویشی علف‌های هرز از خاک‌دهی پای بوته نیشکر (هیلینگ‌آپ) استفاده شد. این عملیات، باعث افزایش محصول نیشکر به‌میزان حداقل ۷۵ درصد نسبت به تیمار وجین دستی شد [۱۲]. ساروار و همکاران [۱۱]، گزارش دادند که عملیات هیلینگ‌آپ با عمق بیشتر، عملکرد نی را ۲۷/۵ درصد و عملکرد شکر را ۵/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. مینهاس و همکاران [۱۰]، گزارش دادند که افزایش عملکرد در اثر عملیات هیلینگ‌آپ به‌دلیل تولید پنجه‌های با ارتفاع بیشتر و قطورتر بود. افضل و چات‌ها [۵] عنوان کردند که اگر عملیات هیلینگ‌آپ در پایان مرحله پنجه‌زنی انجام شود از طریق تقویت سیستم ریشه می‌تواند به کاهش ورس کمک نماید. در تحقیقی که توسط اسلام و همکاران [۶] انجام شد، بالاترین تعداد ساقه قابل آسیاب (۱۰۷ هزار ساقه در هکتار) در تیمار هیلینگ‌آپ سطحی به‌دست آمد که اختلاف زیادی با تیمار انجام عملیات هیلینگ‌آپ با عمق بیشتر (۱۰۵ هزار ساقه قابل آسیاب در هکتار) نداشت. در حالی‌که تعداد ساقه قابل آسیاب در این دو تیمار نسبت به تیمار عدم انجام هیلینگ‌آپ (۹۱ هزار ساقه قابل آسیاب در هکتار) بسیار بیشتر بود. در این تحقیق، تعداد نی سرپا در تیمارهای هیلینگ‌آپ شده بیشتر بود که احتمالاً به‌دلیل اثر عملیات هیلینگ‌آپ بر کاهش خوابیدگی نی (ورس) بوده و بنابراین منجر به کاهش مرگ و میر پنجه‌ها شده است. درخصوص عمق انجام عملیات هیلینگ‌آپ، انجام عملیات هیلینگ‌آپ در عمق ۲۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۱۰ سانتی‌متری منجر به افزایش معنی‌دار پارامترهایی از قبیل وزن ساقه قابل آسیاب، ارتفاع نی، تعداد میانگره، عملکرد نی و درصد ساکارز شد. در حالی‌که، تعدا پنجه و تعداد ساقه قابل آسیاب در هکتار در

1-Formative phase

تیمار عملیات هیلینگ‌آپ در عمق ۱۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۲۰ سانتی‌متری نسبتاً بالاتر بود. همانند زمان انجام عملیات هیلینگ‌آپ، درصد پیوریتی تحت تأثیر عمق عملیات هیلینگ‌آپ قرار نگرفت [۸]. در گیاه نیشکر، پنجه‌زنی زیاد یک ویژگی مطلوب می‌باشد اما تمام پنجه‌های تولیدی ممکن است کیفیت شربت مناسبی نداشته باشند. به‌منظور کاهش تعداد پنجه‌های اضافی و تبدیل آنها به ساقه قابل آسیاب، عملیات هیلینگ‌آپ نقش مهمی در حفظ رشد، عملکرد و کیفیت شربت گیاه پلنت و همچنین گیاه راتون ایفا می‌نماید [۱۴]. در تحقیقی که توسط دو و همکاران [۸]، به‌منظور تعیین زمان دقیق عملیات هیلینگ‌آپ و سطح هیلینگ‌آپ (عمق) صورت گرفت، در تیمار انجام عملیات هیلینگ‌آپ زودتر وزن و طول ساقه قابل آسیاب نسبت به عملیات هیلینگ‌آپ دیرتر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. هیلینگ‌آپ زودتر از طریق تأمین رطوبت مناسب خاک، حجم بالاتر خاک برای تکثیر ریشه و تنظیم سریع‌تر تعداد پنجه (کاهش زودتر پنجه‌های اضافی) جهت کاهش رقابت برای جذب مواد غذایی و تهویه خاک باعث تشکیل ساقه‌های قوی و قطور می‌گردد. در مزارع کشت جدید نیشکر استان خوزستان عملیات هیلینگ‌آپ به‌صورت معمول در زمانی‌که ارتفاع گیاه تقریباً به ۳۰ سانتی‌متر رسید، به‌منظور مساعد نمودن شرایط نیشکر برای برداشت ماشینی و آبیاری انجام می‌شود و طی آن نیشکر کشت شده در درون جوی با استفاده از ادوات مکانیکی، پس از تخریب پشته‌های موجود به‌وسیله زیرشکن و انتقال خاک آن توسط نهرکن به پای بوته، گیاه نیشکر به روی پشته منتقل می‌گردد. از آنجایی‌که در زمان اجرای عملیات هیلینگ‌آپ، ارتفاع نی‌ها نباید آنقدر بلند باشد که زیر چرخ‌های تراکتور بشکنند و نه آنقدر کوچک که زیر خاک مدفون شوند لذا هدف از این تحقیق، تعیین یک حداقل و حداکثر ارتفاع مورد نیاز برای انجام عملیات هیلینگ‌آپ در مزارع نیشکر استان خوزستان می‌باشد تا بتوان این عملیات مهم را با کم‌ترین خسارت در تمام مزارع کشت جدید انجام داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در یک مزرعه در شرکت کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- عدم انجام هیلینگ‌آپ ۲- انجام عملیات هلینگ‌آپ در زمانی که ارتفاع گیاه ۱۰ سانتی‌متر بود ۳- انجام عملیات هلینگ‌آپ در زمانی که ارتفاع گیاه ۲۰ سانتی‌متر بود ۴- انجام عملیات هلینگ‌آپ در زمانی که ارتفاع گیاه ۳۰ سانتی‌متر بود ۵- انجام عملیات هلینگ‌آپ در زمانی که ارتفاع گیاه ۴۰ سانتی‌متر بود ۶- انجام عملیات هلینگ‌آپ در زمانی که ارتفاع گیاه ۵۰ سانتی‌متر بود. اندازه هر کرت آزمایشی در این پژوهش یک هکتار در نظر گرفته شد که با توجه به اینکه طرح شش تیمار و سه تکرار داشت، مساحت کل طرح ۱۸ هکتار بود. با توجه به اینکه مزرعه در اواخر شهریورماه ۱۳۹۸ کشت شده بود، لذا تا اسفندماه ۱۳۹۸ مزرعه ارتفاع مناسب جهت اعمال تیمارهای هیلینگ‌آپ را نداشت. تاریخ شروع و ارتفاع تقریبی ساقه هر تیمار در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ارتفاع تقریبی ساقه و زمان انجام عملیات تیمارهای مختلف هیلینگ‌آپ

بدون هیلینگ آپ	تاریخ اجرا	ارتفاع تقریبی ساقه در زمان هلینگ آپ (سانتی متر)
بدون هیلینگ آپ		
هیلینگ-آپ در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری	۹۸/۱۲/۱۳	۸-۱۳
هیلینگ-آپ در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری	۹۹/۰۱/۰۲	۱۶-۲۳
هیلینگ-آپ در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری	۹۹/۰۱/۲۳	۲۸-۳۴
هیلینگ-آپ در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری	۹۹/۰۲/۰۹	۳۷-۴۴
هیلینگ-آپ در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری	۹۹/۰۲/۲۵	۴۵-۵۳

برای هر تیمار انجام عملیات هیلینگ‌آپ، ابتدا پشته توسط یک دستگاه شش شنگ تخریب و پس از آن یک دستگاه دیسک ری شیپ[1] خاک ایجاد شده توسط دستگاه شش شنگ را پای بوته‌های نیشکر توزیع می‌کرد. بنابراین، در این عملیات جویچه به پشته و پشته به جویچه تبدیل می‌گردید (شکل‌های ۱ و ۲). عمق تقریبی هیلینگ‌آپ بین هفت تا ده سانتی‌متر بود.

شکل ۱- تخریب پشته به وسیله دستگاه شش شنگ

شکل ۲- توزیع خاک پشته توسط دیسک ری‌شیپ و تبدیل جویچه به پشته و برعکس

در این پژوهش، صفاتی مانند تعداد پنجه در هکتار، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن ساقه، تعداد ساقه در هکتار (ساقه قابل آسیاب)، میزان آب مصرفی، صفات کیفی مانند بریکس، پل، پیوریتی و شکر قابل استحصال و عملکرد نیشکر و ضایعات برداشت، بررسی شدند. جهت اندازه‌گیری ارتفاع ساقه، از نیمه دوم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۹ به بعد برای هر تیمار دو نقطه (یک نقطه سمت هیدروفلوم و یک نقطه انتهای جویچه) که نماینده آن منطقه بود، انتخاب و سپس به‌طول تقریبی ۳۰ متر داخل جویچه رفته و برای هر نقطه یک نی سالم که از لحاظ ارتفاع نماینده بقیه نی‌های یک بوته باشد، انتخاب و هر دو هفته یکبار ارتفاع آن نی (نی شاخص) اندازه‌گیری و اختلاف ارتفاع اندازه‌گیری اول و اندازه‌گیری دوم به‌عنوان معیاری برای مقایسه تیمارهای مختلف برای هر دو هفته یکبار در نظر گرفته شد. در حالی‌که، برای اندازه‌گیری ارتفاع نهایی و مقایسه تیمارها از لحاظ ارتفاع، در انتهای دوره رشد گیاه نیشکر (نیمه اول آبان‌ماه) برای هر تیمار، از هر نقطه ده ساقه از سطح خاک با قمه کف‌بر و سپس از مزرعه خارج و طول آنها تا مریستم انتهایی اندازه‌گیری و میانگین ۲۰ ساقه (دو ایستگاه) به‌عنوان ارتفاع نهایی آن تیمار در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری وزن تک ساقه، همین ۲۰ ساقه وزن و پس از آن وزن تک‌ساقه تعیین شد. جهت شمارش تعداد پنجه، از نیمه اول اسفندماه برای هر تیمار دو نقطه (یکی سمت هیدروفلوم و یکی انتهای جویچه) که نماینده آن منطقه بود، انتخاب و سپس به‌طول تقریبی ۳۰ متر داخل جویچه رفته و ۵/۵ متر طولی (۱۰ مترمربع) انتخاب و تعداد پنجه‌ها هر دو هفته یکبار شمارش و این کار تا دهه دوم خردادماه که پنجه‌زنی تقریباً به اتمام رسید و تعداد پنجه تثبیت شد، ادامه داشت. در انتهای دوره رشد گیاه نیشکر (نیمه اول آبان‌ماه) برای هر تیمار تعداد ساقه قابل آسیاب همان ۵/۵ متر (در دو ایستگاه) شمارش و از طریق این دو صفت (تعداد پنجه و تعداد ساقه قابل آسیاب در یک محدوده مشخص)، شاخص تبدیل پنجه به ساقه قابل آسیاب به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری عملکرد نی، از هر تیمار شش جویچه توسط دستگاه هاروستر برداشت و سپس توسط سبدهای حمل نی در موقعیت باسکول توزین و جهت آسیاب به کارخانه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری میزان ضایعات برداشت، از هر تیمار دو ایستگاه که نماینده بقیه نقاط بود، انتخاب

1-Re-shape

(بدون در نظر گرفتن ویندرو) و سپس برای هر ایستگاه سه جویچه به طول پنج متر (۲۷/۵ مترمربع) مشخص و ضایعات برداشت به تفکیک (نی قدی، چاپری، تراش و ته نی) جمع‌آوری و اندازه‌گیری شدند. میزان آب مصرفی هر تیمار با استفاده از سطل مدرج و کرنومتر اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج به‌دست آمده، اثر تیمارهای عدم انجام و انجام عملیات هیلینگ‌آپ براساس ارتفاع گیاه بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد ساقه (تعداد ساقه در هکتار و وزن تک ساقه) معنی‌دار نبود همچنین میان تیمارهای مورد بررسی از لحاظ شاخص تبدیل تعداد پنجه به ساقه قابل آسیاب تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۲). به‌طور میانگین، تقریباً ۶۲/۷ درصد پنجه‌های تولید شده در دوره رشد گیاه به ساقه قابل آسیاب تبدیل شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، میان تیمارهای مورد بررسی از لحاظ میزان آب مصرفی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد نی، ضایعات برداشت و میزان آب مصرفی رقم CP69-1062 نیشکر تحت شرایط انجام و عدم انجام عملیات هیلینگ آپ

میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد ساقه	پنجه به ساقه	ارتفاع ساقه	وزن تک ساقه	عملکرد نی	کل ضایعات	آب مصرفی
تکرار	۲	۱۳۹۰۷۷۹۶۱^{ns}	۲۱۲۷۲۲۲۲۲^{ns}	۱۲/۳^{ns}	۵۱۳۹*	۰/۰۴*	۱۸۷۰*	۰/۲^{ns}	۱۴۵۳^{ns}
تیمار	۵	۲۸۷۱۴۰۴۳^{ns}	۱۸۴۵۵۵۵۵۶^{ns}	۲/۶^{ns}	۲۷۰^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱۷/۵^{ns}	۴۸*	۴۳۹۹^{ns}
خطا	۱۰	۲۵۶۳۳۱۶۷	۳۸۱۲۲۲۲۲	۱۳/۸	۵۷۴	۰	۱۰۰	۹/۷	۴۱۰۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲	۳/۹	۴/۹	۷/۶	۵/۶	۶/۵	۸/۹	۴

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

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات کیفی رقم CP69-1062 نیشکر تحت شرایط انجام و عدم انجام عملیات هیلینگ آپ

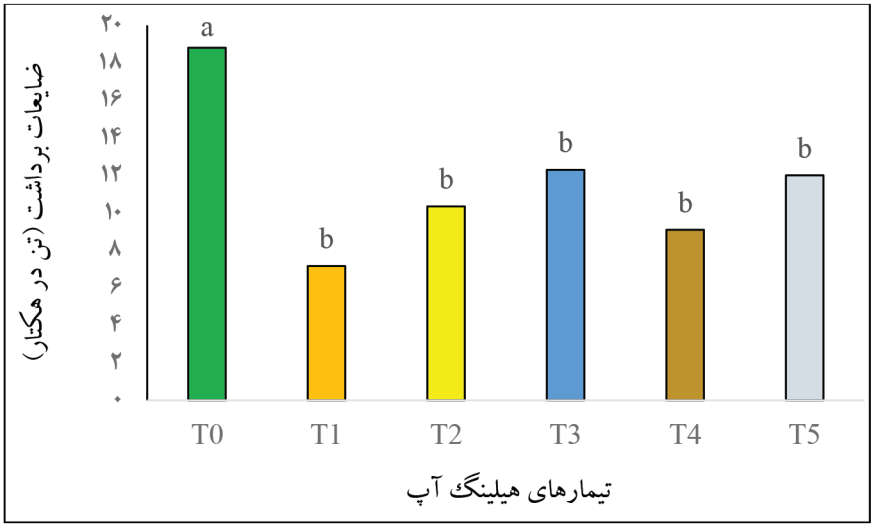
میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییر	درجه آزادی	بریکس	پل	پیوریتی	شکر قابل استحصال
تکرار	۲	۲/۷^{ns}	۳/۱^{ns}	۴/۳*	۱/۵^{ns}
تیمار	۵	۰/۴۵^{ns}	۰/۴^{ns}	۱/۵^{ns}	۰/۱۷^{ns}
خطا	۱۰	۰/۵۳	۰/۵	۰/۵۱	۰/۲
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۱	۳/۴	۱	۳/۶

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

پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت و ضایعات کل با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مورد بررسی بر میزان نی قدی در سطح یک درصد، نی تراش و کل ضایعات در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در حالی‌که، سایر پارامترهای مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین مربوط به کل ضایعات برداشت نشان داد که بالاترین میزان ضایعات (۱۸/۸ تن در هکتار) در تیمار عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ و کم‌ترین آن (۷/۲ تن در هکتار) در تیمار انجام عملیات هیلینگ‌آپ در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری ساقه (عدم اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارهای انجام عملیات هیلینگ‌آپ) مشاهده شد (شکل ۳).

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت رقم CP69-1062 نیشکر تحت شرایط انجام و عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ

میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییر	درجه آزادی	نی قدی	نی چاپری	نی تراش	ته نی	کل ضایعات
تکرار	۲	۰/۲^{ns}	۱^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۲^{ns}
تیمار	۵	۱۰/۸**	۵/۲^{ns}	۰/۹۳*	۱/۱^{ns}	۴۸*
خطا	۱۰	۱/۴	۳	۰/۲۵	۰/۵	۹/۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۱	۹/۸	۱۰/۷	۱۲/۳	۱۰/۲



شکل ۳- مقایسه تیمارهای انجام و عدم انجام عملیات هیلینگ آپ از لحاظ میزان ضایعات برداشت

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ساقه تحت تأثیر تیمارهای عدم انجام و انجام عملیات هیلینگ‌آپ قرار نگرفتند. از آنجایی‌که یکی از اثرات مثبت عملیات هیلینگ‌آپ تقویت پنجه‌زنی نیشکر به‌دلیل خاک‌دهی پای بوته گزارش شده است [۱۰]. ولی در این تحقیق ممکن است به‌دلیل ارتفاع کم هیلینگ‌آپ انجام شده (هفت تا ده سانتی‌متر) و خاک‌دهی کم پای بوته‌ها، از لحاظ تعداد پنجه، تعداد ساقه در هکتار و در نهایت عملکرد ساقه میان تیمار عدم انجام هیلینگ‌آپ و تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ تفاوتی مشاهده نشد. تنها پارامتری که در این تحقیق، تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفت، میزان ضایعات برداشت بود. میزان ضایعات برداشت در تیمار عدم انجام هیلینگ آپ نسبت به میانگین ضایعات برداشت در تیمارهای انجام هیلینگ آپ تقریباً ۸/۶ تن در هکتار بیشتر بود. از میان پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت (نی قدی، چاپری، تراش و ته نی)، در تیمار عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ سهم پارامتر نی قدی نسبت به بقیه بیشتر بود. به‌نظر می‌رسد که یکی از مشکلات عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ در مزارع نیشکر، میزان ضایعات برداشت به‌دلیل قرار گرفتن نی داخل جویچه باشد و دستگاه هاروستر یا به‌دلیل عدم انعطاف‌پذیری کافی و یا دقت اپراتور قادر به برداشت با کیفیت مناسب نیست و میزان ضایعات برداشت در این شرایط افزایش پیدا کرده است. از بین پارامترهای ضایعات برداشت مورد بررسی، میزان ۳۵/۶ درصد کل ضایعات مربوط به نی قدی می‌باشد که این موضوع تا حدودی می‌تواند تأییدکننده این موضوع باشد. چون در شرایط عدم انجام هیلینگ‌آپ،کراپ دیوایدرها[1] دستگاه هاروستر نمی‌توانند به‌طور کامل نی را جمع‌آوری و جهت برش منتقل نمایند.

1-Crop divider

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد نی، صفات کیفی و آب مصرفی میان تیمارهای انجام عملیات هیلینگ‌آپ با ارتفاع ساقه متفاوت و عدم انجام هیلینگ‌آپ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنها پارامتری که در این تحقیق تحت تأثیر عملیات هیلینگ‌آپ قرار گرفت، میزان ضایعات برداشت بود. میزان ضایعات برداشت در تیمار عدم انجام هیلینگ آپ نسبت به میانگین ضایعات برداشت در تیمارهای انجام هیلینگ آپ تقریباً ۶/۳ درصد بیشتر بود. از میان پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت (نی قدی، چاپری، تراش و ته نی)، در تیمار عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ سهم پارامتر نی قدی نسبت به بقیه بیشتر بود. اگرچه میان تیمارهای ارتفاع متفاوت ساقه در زمان انجام عملیات هیلینگ‌آپ تفاوت معنی‌داری دیده نشد ولی به لحاظ زراعی بهتر است این عملیات زمانی انجام شود که ارتفاع ساقه بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد. درخصوص ارتباط بین ورس ساقه و تیمارهای آزمایش، ورس مزرعه ناشی از اختلاف میان تیمارهای آزمایش نبود و ورس مشاهده شده بیشتر تحت تأثیر عوامل مربوط به مزرعه مانند سرعت باد در زمان آبیاری تیمار و ... بود.

منابع

[۱] احمدپور، س.ر. علیزاده، ح. و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۹. تلفیق عملیات هیلینگ‌آپ و کولتیواسیون با سمپاشی نواری در کنترل علف‌های هرز مزارع نیشکر. مجله علوم گیاهان زراعی. ۴۱ (۴): ۷۱۹-۷۲۹.

[۲] بی‌نام. ۱۳۹۲. فن‌آوری تولید نیشکر در ایران. مجموعه دستورالعمل‌های عملیات زراعی تولید محصول. مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان. جلد اول.

[۳] مجیدیان، م. و امام، ی. ۱۳۹۱. مراحل رشد و نمو غلات. چاپ اول، انتشارات دانشگاه گیلان، رشت، ۱۶۲.

[۴] نجفی، ح. ۱۳۸۵. روش‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز. انتشارات کنکاش دانش. مشهد، ۱۹۸ صفحه.

[5] Afzal, M. and A. A. Chattha. (2004). Advanced production technology for improving cane and sugar productivity in Pakistan. Proc. Int. Symp on sustainable sugarcane and sugar production technology. China Agri. Press, Beijing: 109-114.

[6] Aslam, M., Hameed, A., & Chattha, A. A. (2008). Effect of sowing depth and earthing up on lodging in presown sugarcane. Pakistan Sugar Journal, 23(1).

[7] Berry, S., V.W. Spaull and P. Cadet (2007), "Impact of harvesting practices nematode communities and yield of sugarcane", Crop Protection, Vol. 26, No. 8, August, pp. 1

[8] Dev, C. M., Meena, R. N., Ku 239-1 250. mar, A., & Mahajan, G. (2011). Earthing up and nitrogen levels in sugarcane ratoon under subtropical Indian condition. Indian Journal of Sugarcane Technology, 26(1), 1-5.

[9] Golzar, S., (2020). Sugarcane Disorders Associated with Temperature Extremes and Mitigation Strategies. African Scholars Publisher, Kenya. 3(4).

[10] Minhas, Y. J., H. J. Majeedano, A. D. Sarwar, A. Q. Tareen and K. B. Samo. (2004). Effect of earthing up on the growth and yield of different sugarcane varieties. Pak. Sug. J., 19 (02): 33-37.

[11] Sarwar, M., M. Afzal., M. A. Iqbal and A. A. Chattha. (2000). Effect of proper nutrition and agro management practices on lodging, cane yield and juice quality of a sugarcane genotype CP.77-400. Pak Sug. J., 15 (06): 135-139.

[12] Suwanarak, K. (1990). Weed management in sugarcane in Thailand. BIOTROP Special Publication. 1990, No. 38, 199-214.

[13] Van Antwerpen, R., Meyer, J.H., George, J.A., (1991). Improved yields from ridging cane in the South African Sugar Industry. Proc. S. Afr. Sugarcane Technol. Assoc. 65, 62–67.

[14] Yadav, R. L., & Shukla, S. K. (2008). Sugarcane production technology for higher productivity. In Proceedings of National Seminar on varietal planning for improving productivity and sugar recovery in Sugarcane held at GBPUA &T. Pantnagar, 14-15 Feb (pp. 207-209).

ترجمه مقاله:

ارزیابی عملکرد دو حسگر اندازه‌گیری سطح گل در کلاریفایرهای شربت

مترجم: مارال عجمیان
کارشناس تحقیقاتی فرایند صنعتی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
ایمیل: maral.ajamian@gmail.com

چکیده

اندازه‌گیری سطح گل با استفاده از حسگرها در کلاریفایرهای شربت، چالشی برای کارخانه‌های شکر استرالیا است. اندازه‌گیری سطح مشترک گل/شربت معمولاً با ابزار دستی، به صورت چشمی و از طریق پنجره‌های شیشه‌ای، توسط اپراتور تعیین می‌شود؛ بدین ترتیب تنظیماتی در میزان خوراک‌دهی شربت یا میزان فیلتراسیون گل انجام می‌گردد تا فصل مشترک در سطح عملیاتی "ایمن و مطلوب" قرار گیرد. نوسانات بالا می‌تواند باعث انتقال ذرات گل به داخل شربت پالایش شده شود (منجر به تاثیر در مراحل بعدی فرآیند از جمله تبخیر و تبلور می‌گردد). اگر سطح مشترک بیش از حد پایین باشد، آنگاه سبب بروز پدیده "rat-holing" می‌شود (موثر بر فیلتراسیون گل و افزایش بالقوه قند گل). کلاریفایرهای شربت در کارخانه‌های شکر به دلیل دمای بالا (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)، توزیع‌های مختلف از اندازه ذرات معلق، پروفایل‌های چگالی نسبتاً ریز و وجود تجهیزات دوار، شرایط سختی را به منظور نظارت بر سطح مشترک (به صورت در محل) سبب می‌شوند. این مقاله عملکرد دو فناوری مختلف اندازه‌گیری سطح گل را بر روی کلاریفایرهای نوع SRI ارزیابی می‌نماید:

۱)مبدل اولتراسونیک در محل[1]

۲) سیستم جانمایی شده خارجی با استفاده از مانیتورینگ چشمی[2] از طریق پنجره‌های جانبی.

در طول فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰، هر دو سیستم توانایی خود را در شناسایی و پایش پیوسته سطح مشترک گل و شربت کلاریفایر نشان دادند. از جمله مزایای سیستم مانیتورینگ چشمی (VPMS) می‌توان به نصب خارجی همراه با مانیتورینگ چشمی سطح گل از طریق پنجره‌های جانبی به صورت از راه دور، هزینه کلی نصب و راه‌اندازی بالقوه کمتر، توانایی نظارت بر سطح معلق (پراکنده) و همچنین فشرده گل اشاره نمود. بعلاوه با توسعه نرم‌افزاری، پتانسیلی به منظور اندازه‌گیری میانگین ابعاد لخته‌های گل ارائه می‌دهد. مبدل اولتراسونیک در داخل مخزن کلاریفایر قرار دارد و مزایای نصب ساده و مطلوب را به همراه خروجی‌های آنالوگ برای استفاده در سیستم SCADA ارائه می‌دهد.

مقدمه

پیشینه اندازه‌گیری سطح گل در کلاریفایر

اندازه‌گیری سطح گل با استفاده از حسگرها در کلاریفایرهای شربت، چالشی برای کارخانه‌های شکر استرالیا می‌باشد. نیاز به یک سیستم اندازه‌گیری مناسب سطح مشترک در بسیاری از انجمن‌های صنعتی مورد بحث قرار گرفته است. یک مبدل نصب شده داخلی در کلاریفایر در مورد فصول بهره‌برداری ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ توسط SRI مورد آزمایش قرار گرفت، اما به دلیل دمای تماس بالا در داخل کلاریفایر، دستگاه از کار افتاد. سیستم معمول اندازه‌گیری و کنترل سطح گل توسط اپراتور به به این صورت است که موقعیت سطح مشترک گل و شربت را از طریق پنجره‌های جانبی به صورت چشمی تعیین نماید و میزان فیلتراسیون گل را به گونه‌ای تنظیم کند تا سطح مذکور در محدوده عملیاتی "ایمن" باقی بماند. برای به حداقل رساندن تعامل اپراتور و افزایش اتوماسیون، پروژه مذکور دو فناوری ذیل را ارزیابی نمود:

۱) مبدل اولتراسونیک در محل (مبدل سطح Entech EchoSmart)،معروف‌به "BinMinder".

۲) یک سیستم جانمایی شده خارجی با استفاده از مانیتورینگ چشمی از طریق پنجره‌های جانبی.

این بررسی‌ها بر روی یک کلاریفایر SRI در کارخانه شکر خام ویکتوریا (Victoria Mill) انجام شد. هر دو سیستم به مرحله‌ای رسیده‌اند که می‌توانند سطوح گل را شناسایی و به‌طور پیوسته پایش نمایند.

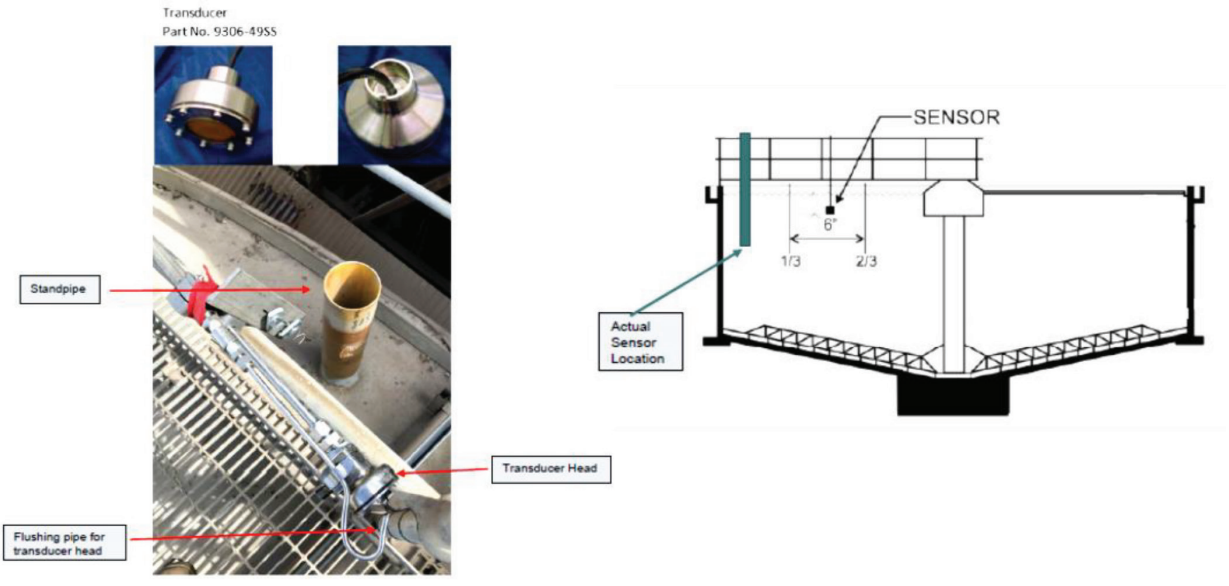
1-Ultrasonic in-situ transducer 2- Visual monitoring

مبدل سطح Entech EchoSmart در فصل بهره‌برداری ۲۰۱۹ در مورد کلاریفایر کارخانه شکر خام میل‌آکوین (Millaquin Mill) راه‌اندازی شد و در طول فصول ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ به بهره‌برداری رسید. در طی فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰، اپراتورهای کلاریفایر کارخانه شکر میل‌آکوین به صورت دستی سطح گل را براساس مشاهده چشمی از طریق پنجره‌های جانبی، هر روز (حداقل ۴-۳ بار در روز) ثبت کردند. این داده‌ها مرجعی را برای مقایسه با داده‌های مبدل سطح اولتراسونیک فراهم نمودند.

پیاده‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری

مبدل سطح Entech EchoSmart (BinMinder)

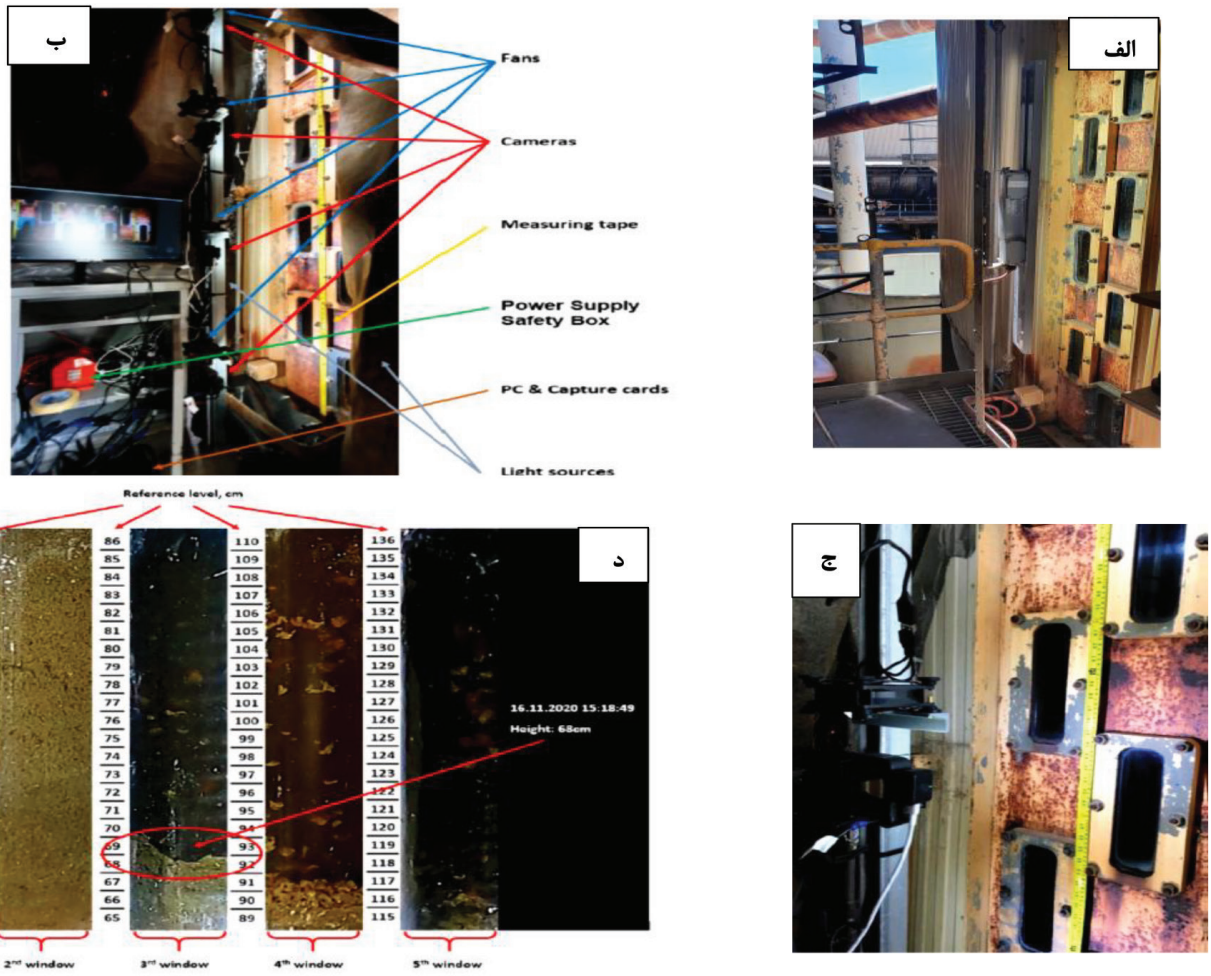
این مبدل درون شربت بالای سطح مشترک گل قرار می‌گیرد. شکل ۱ شماتیکی از نصب را با مکان‌های توصیه شده و واقعی نشان می‌دهد. کلاریفایر در کارخانه شکر ویکتوریا از نوع کلاریفایر SRI نسل اول (بدون صفحه منفذدار و دارای یک منبع خوراک‌دهی) است که به مبدل اجازه می‌دهد در یک لوله عمودی از جنس فولاد ضد زنگ به قطر ۱۲۵ میلی‌متر از طریق سقف کلاریفایر نصب گردد. مبدل با یک سیستم شستشوی خودکار آب گرم همراه است تا از آلوده شدن سطح آن با مواد جامد جلوگیری شود. لوله عمودی با چندین سوراخ ۱۰۰ میلی‌متری طراحی شده است تا از ماند شربت جلوگیری کند و در عین حال محافظت مکانیکی را سبب گردد. این لوله همچنین به تکنسین ابزاردقیق امکان دسترسی ایمن‌تر به مبدل و سیستم فلاشینگ را می‌دهد و خطر بخار دمای بالا را که مستقیماً از بالای کلاریفایر جریان می‌یابد را به حداقل می‌رساند. محل کلاهک مبدل حدود ۳۰۰ میلی‌متری از دیواره بیرونی و ۲۶۰۰ میلی‌متر از انتهای کلاریفایر می‌باشد. مکان حسگر نسبت به شکل استاندارد به دیواره نزدیک‌تر بوده است، و این مورد می‌تواند از نظر صوتی با تنظیمات دستگاه مدیریت شود. کلاریفایر SRI در کارخانه شکر میل‌آکوین حاوی یک صفحه منفذدار هست، بنابراین مبدل از طریق دیواره جانبی کلاریفایر در قسمت پایینی صفحه منفذدار قرار دارد. اساس اندازه‌گیری، ارسال یک سیگنال اولتراسونیک با فرکانس ۶۵۷ کیلوهرتز به صورت عمودی به سمت سطح گل و سپس پردازش هوشمند سیگنال‌های برگشتی برای محاسبه فاصله تا سطح است. تنظیمات ابعاد کلاریفایر، عمق‌های عملیاتی، موقعیت مبدل در داخل کلاریفایر، نقطه صفر یا مرده را امکان‌پذیر می‌سازد و همچنین می‌تواند امکان عبور منظم پاروهای اسکریپر گل را فراهم نماید. عملکرد مبدل بستگی به چنین مواردی دارد: (۱) محیط فرآیندی که در آن سیگنال اولتراسونیک در حال انتقال است، (۲) مواد سطح مشترک، (۳) معلق بودن اشیایی که انتقال سیگنال را قطع می‌کنند، و (۴) مناطق آشفتگی بیش از حد.



شکل ۱- نمایی از طراحی و جانمایی مبدل سطح Entech EchoSmart (BinMinder)

سیستم مانیتورینگ (VPMS)

سیستم مانیتورینگ نقطه‌ای (Visual point monitoring system) از دوربین‌هایی استفاده می‌کند که بر روی پنجره‌های دید (Sight glasses) تعبیه می‌شوند تا به طور پیوسته سطح گل را از طریق پنجره‌ها پایش نمایند (شکل ۲-الف). پنجره‌های جانبی کارخانه شکر ویکتوریا را قبل از نصب VPMS نشان می‌دهد. این سیستم متشکل از چهار دوربین اکشن (GoPro 8)، چهار فن برای خنک نمودن دوربین‌ها، دو ردیف LED به منظور تامین نور مورد نیاز، منبع تغذیه، چهار کارت حافظه برای انتقال مستقیم تصاویر از دوربین‌ها به رایانه شخصی است (شکل ۲-ب). همانطور که در شکل ۲-ج نشان داده شده است یک نوار اندازه‌گیری در حد فاصل بین پنجره‌ها نصب شده است تا امکان کالیبراسیون اندازه‌گیری سطح و فراهم نمودن یک موقعیت مرجع را ایجاد نماید. نرم‌افزار تجزیه و تحلیل تصاویر گرفته شده، توسط دانشگاه صنعتی کوئینزلند (QUT) طراحی و توسعه یافته است. این نرم افزار داده‌های دریافتی را در بازه‌های زمانی یک ثانیه دریافت می‌کند و تصاویر دریافتی را برای تجزیه و تحلیل آماده می‌نماید. تصویر تهیه شده بر اساس شدت رنگ پیکسل‌های آن به یک ماتریس تبدیل شده و در مرحله بعد، این ماتریس با ماتریس قبلی تولید شده از تصویر پیشین مقایسه می‌گردد تا موقعیت‌های حداکثر تغییر را تشخیص دهد. شکل ۲-د، تصویری از نتایج حاصل از سیستم اندازه‌گیری VPMS را نشان می‌دهد. نتایج شامل تصاویر پنجره‌های شماره ۲ تا ۵ می‌باشد که میزان سطح به سمت چپ هر تصویر اضافه شده است؛ مشخص است که سطح گل در این مورد ۶۸ سانتی‌متر بوده است.

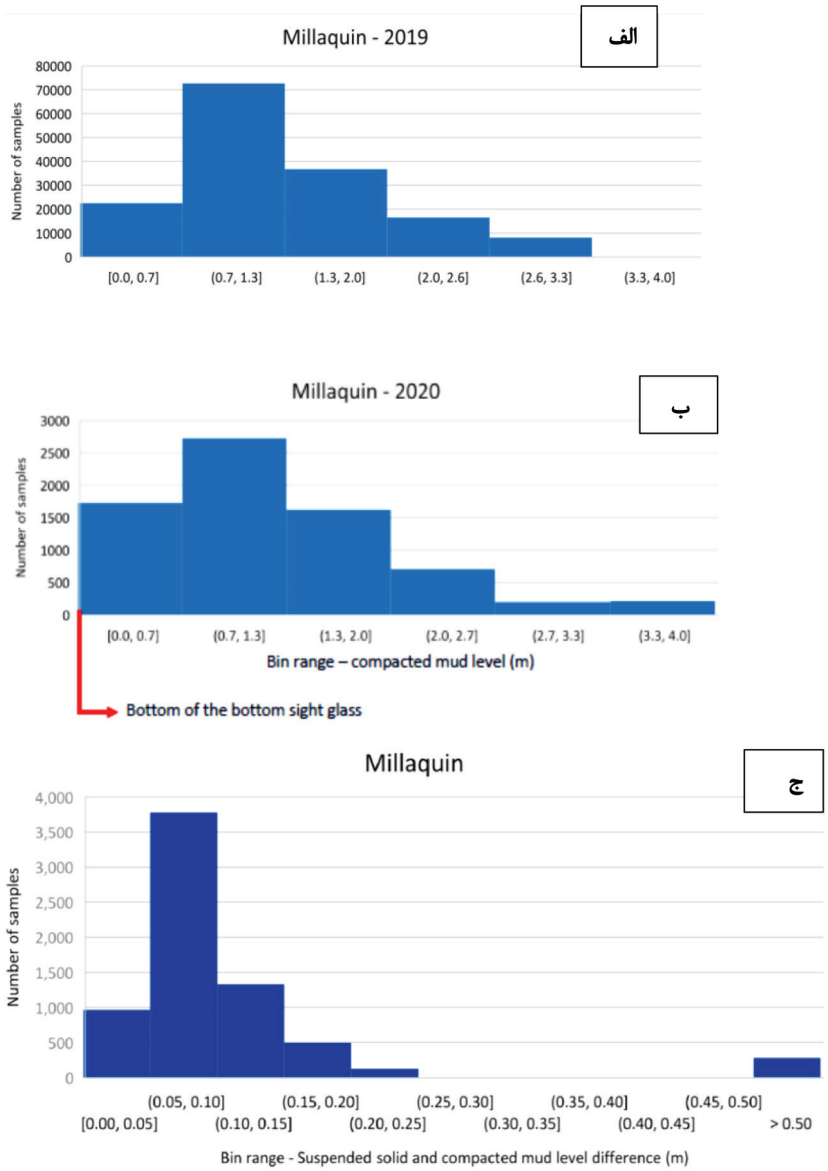


شکل ۲- الف) قبل و ب) بعد از نصب سیستم دوربین‌های نظارتی، ج) نوار اندازه‌گیری برای کالیبراسیون تصاویر و د) نمونه تصاویر و نتایج ثبت شده توسط سیستم دوربین های نصب شده

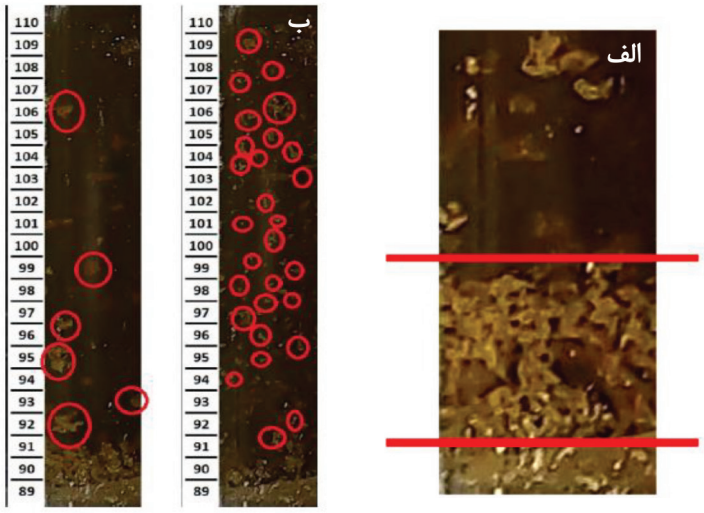
نتایج

در کارخانه شکر خام ویکتوریا، BinMinder سطح مشترک گل فشرده را ثبت نمود، در حالی‌که در کارخانه شکر خام میل‌آکوین اندازه‌گیری‌ها برای هر دو سطح مشترک گل فشرده و لایه جامد معلق فوقانی ثبت شدند. لازم به ذکر است که کارخانه‌های شکر خام ویکتوریا و میل‌آکوین از تنظیمات مرجع انتهای مخزن و محدوده یکسانی استفاده نکرده‌اند. محدوده حسگر در کارخانه شکر خام میل‌آکوین روی ۴۰۰۰ میلی‌متر تنظیم شده بود، در حالی‌که در کارخانه ویکتوریا ۲۰۰۰ میلی‌متر بود. در کارخانه ویکتوریا نقطه صفر مرجع در انتهای پنجره دید پایینی تعبیه شده بود و در مورد کارخانه شکر خام میل‌آکوین این نقطه تقریباً ۲۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف کلاریفایر قرار داشت. در طول راه اندازی، مشخص شد که تنظیمات اولیه برای سرعت صوت با تحقیقات قبلی انجام شده در کارخانه شکر ویکتوریا متفاوت است و در نتیجه نیاز به تنظیمات بیشتری می‌باشد. شکل۳-الف و ب، سطح مشترک فشرده را برای بیش از ۱۵۰۰۰۰ اندازه‌گیری با استفاده از BinMinder، در طول فصول بهره‌برداری ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ در کارخانه شکر خام میل‌آکوین نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که در فصل بهره‌برداری ۲۰۱۹، در ۴۷ درصد از مواقع، سطح گل بین ۰/۷ تا ۱/۴ متر بوده که این رقم در طول فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰ به ۴۰ درصد کاهش یافته است. همچنین مشهود است که در سال ۲۰۲۰، حدود ۳ درصد از مواقع، سطح گل در محدوده ۳/۳ تا ۴/۰ متر بوده که احتمال انتقال گل به جریان شربت را افزایش می‌دهد. در سال ۲۰۱۹، حداکثر سطح گل ثبت شده ۳/۵ متر است و تنها ۳.۴ درصد از داده ها بین ۲/۸ تا ۳/۵ متر قرار دارد. همانطور که قبلا ذکر شد، BinMinder می‌تواند به گونه‌ای پیکربندی شود که سطح مشترک مواد با چگالی کم معلق در بالای لایه فشرده را نیز اندازه‌گیری نماید. شکل۳-ج تفاوت بین سیگنال‌های سطوح لایه‌های گل فشرده و جامدات معلق را برای هر داده در فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰ در کارخانه شکر خام میل‌آکوین خلاصه می‌کند. این مقایسه نشان می‌دهد که در اکثر نمونه‌ها (۶۱ درصد)، لایه جامدات معلق تنها ۰/۰۵-۰/۱ متر ضخامت داشته و تنها در ۴/۵ درصد موارد ضخامت بیش از ۰/۵ متر است. میانه ضخامت لایه جامدات معلق در کارخانه شکر خام میل‌آکوین در فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰، ۰/۰۸ متر بود. متأسفانه، هیچ نتیجه عینی برای تأیید این ضخامت در کارخانه شکر خام میل‌آکوین ثبت نشد. این لایه کمی ضخیم‌تر از آنچه هست که در کلاریفایر کارخانه شکر خام ویکتوریا مشاهده می‌شود (معمولاً ۰/۰۴ متر است). دلایل احتمالی برای وجود یک لایه نازک از لخته‌های معلق بر روی لایه گل فشرده شده، می‌تواند تفاوت در کیفیت منعقدسازی گل، گل‌گیری و سرعت ته نشینی بالاتر، به علاوه عملکرد اسکریپر در فشرده‌سازی گل باشد. بهره‌برداری ۲۰۲۰ در کارخانه شکر خام میل‌آکوین، از اپراتورها خواسته شد تا سطح گل را (به صورت چشمی) به صورت چندبار در روز ثبت کنند؛ ۵۰۳ قرائت چشمی حاصل شد. قابل توجه است که در بیش از ۵۴ درصد موارد، خوانش BinMinder تا ۰/۳ متر بیشتر از قرائت چشمی اپراتور بود و ۴۰ درصد از نمونه‌ها تا ۰/۳ متر کوچکتر بودند. میانگین این تفاوت ۰/۱ متر است، یعنی BinMinder خوانش کمی بالاتر از اپراتور را ارائه می‌دهد. یک دلیل احتمالی برای تفاوت‌های مشاهده‌شده در داده‌ها، ناشی از پیکربندی BinMinder از جمله تقویت سیگنال، سرعت مرجع، محل حسگر و تغییرات در محتوای شربت بالای سطح مشترک است. شکل۴- الف تصویری از سیستم VPMS را در شرایطی نشان می‌دهد که ممکن است بر انتخاب موقعیت سطح مشترک تأثیر بگذارد. سه منطقه قابل تشخیص است؛ ناحیه فوقانی "شربت زلال شده" که ذرات جامد موجود در آن جدا شده است؛ این منطقه توسط BinMinder به‌عنوان مایع شناخته می‌شود. منطقه پایینی که "گل فشرده شده" است. BinMinder را می‌توان برای تشخیص فاز جامد در این منطقه پیکربندی نمود. ناحیه میانی که بین دو خط قرمز قرار دارد جایی است که گل ته‌نشین می‌شود اما به طور کامل متراکم نشده است. بسته به وضوح منطقه، BinMinder ممکن است این منطقه را به‌عنوان جامد تشخیص دهد، بنابراین مقداری تغییر در موقعیت

سطح مشترک انتخاب شده ایجاد می‌کند، با این حال سطح گل نیمه فشرده هنوز حائز اهمیت برای اپراتور است. همانطور که توسط داده‌های کارخانه‌های شکر خام ویکتوریا و میل‌آکوین نشان داده شده است، تغییرات بالقوه در اندازه‌گیری سطح مشترک نسبتاً کوچک است (~۰/۱ m) و از نظر استفاده توسط اپراتورها به منظور کنترل خط، تا حد زیادی بی‌اهمیت است. شکل ۴-ب، قابلیت مفید دیگری را برای VPMS مشخص می‌سازد، یعنی توانایی ارائه تخمینی از اندازه لخته‌های گل. علاوه بر نظارت بر سطح گل، اپراتورها می‌توانند ته نشین شدن لخته‌های گل در بالای سطح مشترک، مشاهده اندازه آنها و سرعت ته نشینی مرتبط را تشخیص دهند. شکل ۴-ب، دو تصویر (از طریق پنجره دید شماره ۴) را نشان می‌دهد که به وضوح جامدات معلق را در دو زمان مختلف نمایش می‌دهد. توسعه بیشتر نرم افزار (خارج از محدوده این پروژه) برای شناسایی و ردیابی لخته‌های گل در جهت ارائه تخمینی از سرعت ته نشینی و اندازه متوسط لخته، مورد نیاز است. به منظور به دست آوردن تصاویر با کیفیت بالا در ارزیابی خواص لخته، وجود یک منبع نور قدرتمند و یکنواخت مهم است. همچنین اطمینان از تمیز بودن هر دو سطح داخلی و خارجی پنجره دید و کاربرد شیشه غیر انعکاسی نیز می‌تواند مفید واقع شود.

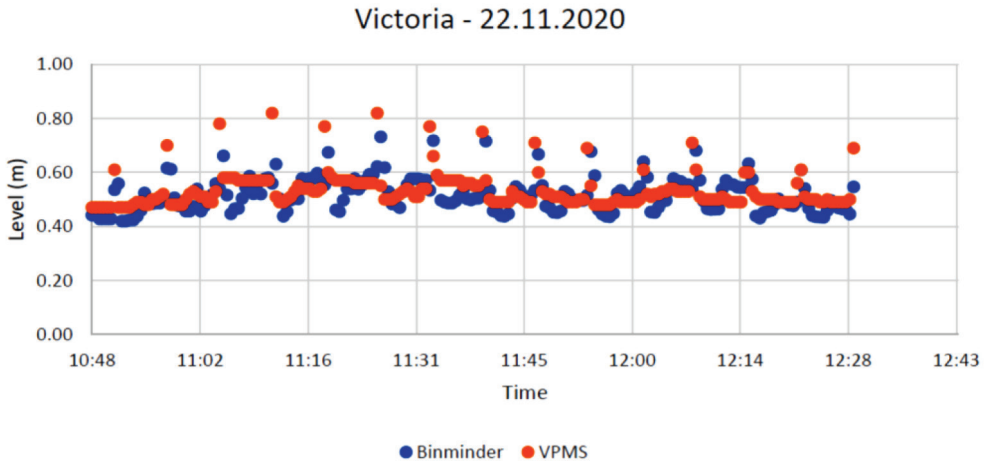


شکل ۳- الف و ب) برآورد سطح گل از طریق BinMinder در مورد کارخانه شکر خام میل‌آکوین در فصول بهره‌برداری ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ ج) توزیع اختلاف سطح گل فشرده و جامدات معلق در کارخانه شکر خام میل‌آکوین مربوط به فصل بهره‌برداری ۲۰۲۰



شکل ۴- الف) ته‌نشینی گل در کلاریفایر که سه منطقه مجزا را نشان می‌دهد؛ ب) دو تصویر از پنجره دید چهارم

شکل ۵، نمونه‌ای از نتایج BinMinder و VPMS نصب شده در کارخانه‌ی شکر خام ویکتوریا را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری سطح مشترک توسط VPMS به طور کلی کمی بالاتر از BinMinder بود. این تفاوت ۰/۰۴ متر است که با داده‌های کارخانه شکر خام میل‌آکوین همخوانی خوبی دارد. مقادیر پیک در شکل ۵، تقریباً در هر ۷ دقیقه مشاهده می‌شود.



شکل ۵- مقایسه بین داده‌های BinMinder و VPMS مربوط به کارخانه شکر خام ویکتوریا

تحلیل سیستم‌های BinMinder و VPMS

ارزیابی دو سیستم اندازه‌گیری نشان داده است که:

- VPMS و BinMinder هر دو قادر به اندازه‌گیری قابل اعتماد سطح مشترک گل و شربت هستند، و توافق نزدیکی (معمولاً در حد ۰/۰۵ متر) در سطح گل تعیین شده حاصل می‌شود، حتی اگر هر سیستم در حال اندازه‌گیری سطح مشترک در مکان‌های مختلف باشد.
- سطح گزارش شده در کارخانه شکر خام ویکتوریا با استفاده از VPMS معمولاً ۰/۰۴ متر بالاتر از سطح گزارش شده توسط BinMinder بود. تفاوت بین سطح گل ثبت شده به صورت دستی و خوانش‌های BinMinder برای کارخانه شکر خام میل‌آکوین کمتر از ۰.۱ متر بود. بایاس‌ها در هر دو سیستم را می‌توان به راحتی با توجه به ابعاد و هندسه کلاریفایر تنظیم نمود.
- BinMinder نصب شده در کارخانه شکر خام میل‌آکوین به گونه‌ای پیکربندی شده بود که هم بخش معلق بالای سطح گل و هم سطح گل فشرده را اندازه‌گیری می‌نمود. در حالی‌که در کارخانه شکر خام ویکتوریا، BinMinder برای اندازه‌گیری سطح مشترک گل فشرده پیکربندی شده بود.
- اگرچه VPMS قادر است هم سطح گل متراکم شده و هم

لایه جامدات معلق را در قسمت فوقانی سطح گل فشرده شده ردیابی نماید، اما به گونه‌ای تعبیه شده است تا فقط لایه جامدات معلق را در بالای سطح گل فشرده اندازه‌گیری نماید. از نظر عملیاتی، لایه جامدات معلق فوقانی، به لحاظ جلوگیری از انتقال گل و تعیین توازن در میزان خروج گل به فیلترها اهمیت بیشتری دارد. با این حال، VPMS در شناسایی چنین رویدادهایی نسبت به BinMinder برتری دارد.

• VPMS توانایی بالقوه اندازه‌گیری سایز لخته‌های معلق بخش فوقانی گل را دارا می‌باشد. برای دستیابی به این مورد، می‌بایست نرم‌افزارهای اضافی توسعه داده شود. اندازه‌گیری سرعت ته نشینی لخته‌ها نیز شاید امکان‌پذیر باشد. این ویژگی اضافی VPMS به اپراتورها در نظارت کمک می‌نماید. سرعت ته‌نشینی نسبی به اپراتورها اجازه می‌دهد تا میزان فلوکولانت و سایر تنظیمات خوراک را برای کمک به بهبود لخته‌سازی و عملکرد کلاریفایر ساماندهی نمایند.

• BinMinder و VPMS هر دو اندازه‌گیری را در موقعیت‌های مقطعی در کلاریفایر فراهم می‌سازند و قادر به ارائه داده‌های مربوط به سطح مقطع کامل کلاریفایر نیستند. اپراتورها نیز از طریق پنجره دید، به طور مشابهی ارزیابی مقطعی را برای پی بردن به شرایط سطح گل در داخل کلاریفایر مهیا می‌سازند.

تجزیه و تحلیل هزینه و سود

قابلیت اندازه‌گیری مطمئن از سطح مشترک گل و شربت که در دسترس اپراتورها باشد و در سیستم DCS کارخانه نمایش داده شود، مزایای متعددی را در عملیات کارخانه به همراه خواهد داشت؛ صرف نظر از انتقال گل و بروز پدیده "rat-holing" در زمانی که میزان گل خیلی زیاد یا خیلی کم است به کنترل دقیق‌تر کمک می‌نماید. مزایا در مورد کارخانه‌ای با ورودی ۱/۵ میلیون تن نیشکر در هر فصل بهره‌برداری، به شرح زیر برآورد می‌شود:

• کیفیت بهبود یافته شکر معادل (۱۴۰۰۰ دلار در سال) تعیین شده است.

• اجتناب از توقف آسیاب در صورت وقوع گل‌گیری شدید (تا سقف ۳۰.۰۰۰ دلار؛ بر اساس دو توقف ۳ ساعته در هر بار).

• ورود گل فشرده‌تر به واحد فیلتراسیون و استفاده موثرتر از زمان اپراتور برای دستیابی به عملکرد بهتر واحد فیلتراسیون (۸۰.۰۰۰ دلار؛ برپایه کاهش ضایعات قند در گل صافی به میزان ۰/۱ درصدی پل نیشکر). فناوری‌های مذکور (VPMS یا BinMinder) در دسترس تمام کارخانه‌های استرالیا است. هزینه نصب برای VPMS تقریباً ۱۱۵۰۰ دلار (مطابق با جدول۱) و برای مبدل اولتراسونیک ۱۵۰۰۰ دلار خواهد بود.

جدول ۱- اجزای توصیه شده VPMS

تجهیزات	مدل	تعداد	هزینه تخمینی
دوربین	Allied Vision Prosilica GT 2000 C	۲	$3,000 per unit
منبع نور	Vigilant LED Linear (with 3,300-7,900 lumens)	۲	$1,000 per unit
کابل شبکه	Cat 6 / shielded	۲×۵۰ m	$150 per 100m
محفظه سفارشی			$1,500
لپ تاپ/ کامپیوتر/ مانیتور	Windows 10	۱	$2,000

منبع

Ashtiani Abdi, I., Stobie, R.M., Broadfoot, R. (2021) Evaluating the Suitability of Two Mud Level Sensing Technologies for Juice Clarifiers: Final Report 2020/201. Sugar Research Australia Limited, Brisbane.

دستورالعمل فنی تولید سریع بیوکمپوست غنی شده از پسماندهای نیشکر (سرشاخه و باگاس)

نویسندگان: حسین موذن رضامحله[۱]، غلامرضا صالحی جوزانی[۲]
۱. مدیر بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر
۲. استاد پژوهش و عضو هیئت علمی پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران
ایمیل نویسنده مسئول: caspian.2004@yahoo.com

مقدمه

نیشکر با سطح زیر کشت جهانی بیش از ۲۵ میلیون هکتار و میزان تولید حدود ۱/۶ میلیارد تن محصول به عنوان یکی از گیاهان مهم صنعتی در دنیا به شمار می‌رود. در دنیا پسماندهای نیشکر مجموعا حدود ۷۸۰ میلیون تن است که حدود ۲۰۰ میلیون تن سرشاخه و پوشال، بیش از ۵۰۰ میلیون تن باگاس، ۱۶ میلیون تن ملاس و ۵ میلیون تن فیلتر کیک می‌باشد. سطح زیر کشت این محصول در ایران نیز بین ۱۲۰-۱۰۰ هزار هکتار است که حاصل آن تولید حدود ۷ تا ۸ میلیون تن نیشکر و نهایتا حدود ۷۰۰ هزار تن شکر است که نیمی از شکر مورد نیاز کشور را تامین می‌کند. در طی فرایند تولید گیاه نیشکر و استحصال شکر و محصولات جانبی آن در کشور، میلیون‌ها تن پسماندهای مختلف از قبیل باگاس (حدود ۲/۵-۲ میلیون تن)، سرشاخه و پوشال (حدود ۱/۵ میلیون تن در صورت انجام برداشت سبز)، ملاس (بیش از ۲۰۰ هزار لیتر) و فیلتر کیک و ویناس (۷۳۰ هزار تن) است که علی رغم با ارزش بودن، از بخش عمده آن‌ها (بجز ملاس که برای تولید الکل استفاده می‌شود) استفاده خاصی نشده و عموما باعث بروز مشکلات متعدد مدیریتی و محیط زیستی می‌شوند. راحت‌ترین کار در دنیا به منظور حذف سرشاخه‌های نیشکر در مزارع، سوزاندن مزارع و حذف آن‌ها از روی گیاه در داخل مزرعه است که آتش زدن مزارع ضمن نابود کردن مواد آلی موجود در این بقایا، فلور میکروبی، حشرات و جاندارن مفید مزرعه را از بین برده و از طرفی باعث تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود. در راستای رفع این مشکل، یکی از اقدامات موثر و رو به گسترش در شرکت‌های گروه زیر مجموعه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، برداشت سبز نیشکر بدون سوزاندن سرشاخه و برگ‌های نیشکر می‌باشد. این فعالیت دارای اثرات بسیار مثبت محیط زیستی بوده و به حفظ ماده آلی و فلور میکروبی خاک نیز کمک شایانی می‌کند. اگر میزان پوشال در هر هکتار را حدود ۲۰ درصد محصول (میانگین ۸۰ تن محصول در هر هکتار) بدانیم، سالانه حدود ۱/۵ میلیون تن پوشال نیشکر تولید خواهد شد، وجود این پوشال به دلیل طولانی بودن زمان تجزیه آن، معضلی برای کشت نیشکر در مراحل بعدی است (شکل ۱). لذا لازم است از این پسماند جانبی برای تولید فرآورده‌های زیستی با ارزش استفاده نمود.

شکل ۱- نمایی از برداشت سبز نیشکر و تولید سرشاخه و پوشال نیشکر

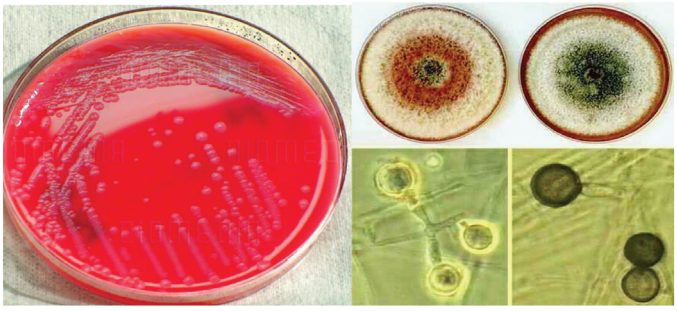
باگاس، سرشاخه‌ها، ویناس و فیلتر کیک دارای ارزش بالای اقتصادی بوده و از آن‌ها می‌توان برای تولید فرآورده‌های مختلف از قبیل کمپوست، کاغذ، خوراک دام، سوخت‌های زیستی و .... استفاده کرد. از طرف دیگر یکی از معضلات مهم مزارع نیشکرو سایر محصولات کشاورزی کشور، کمبود ماده آلی خاک مزارع (کمتر از ۰/۵ درصد) است که در آینده می‌تواند مشکلات اقتصادی زیادی ایجاد کند. در این راستا، یکی از مهمترین راهکارهای استفاده از پسماندهای مذکور، تولید بیوکمپوست است که به عنوان یک کود آلی و با ارزش مطرح بوده و می‌تواند منجر به حل مشکلات ماده آلی خاک مزارع نیشکر شود. بیوکمپوست در واقع نتیجه پوسیدگی و تجزیه بقایای گیاهی و حیوانی در طی یک فرایند هوازی میکروبی است، بطوری‌که ترکیبات نهایی بدست آمده از آن قابل جذب برای گیاه بوده و منجر به افزایش رشد گیاه می‌شود. اما تولید بیوکمپوست از پسماندهای مذکور، بدلیل ساختار لیگنوسلولزی و غیرقابل محلول بودن آنها، دارای مشکلات متعددی از قبیل طولانی بودن فرایند تولید بیوکمپوست (بین ۶ ماه تا یک سال)، عدم تکمیل فرایند و بلوغ کامل و پایین بودن میزان ازت موجود درآن و در نتیجه پایین بودن کیفیت آن می‌باشد که این موارد باعث غیر اقتصادی بودن تولید کمپوست نیز شده است. لذا تلاش در جهت استفاده از راه‌کارهای متعدد بیوتکنولوژیک و مهندسی فرایندهای زیستی برای کاهش زمان فرایند تبدیل پسماندهای نیشکر به بیوکمپوست و غنی‌سازی آن در جهت افزایش کیفیت کمپوست تولیدی می‌تواند باعث اقتصادی شدن و افزایش کیفیت کمپوست تولیدی شود. دستورالعمل حاضر، حاصل تجربیات بدست آمده در نتیجه اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی و پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران در طی حدود ۱۰ سال می‌باشد. در نتیجه با اجرای دقیق این دستورالعمل، می‌توان انتظار تولید یک بیوکمپوست با کیفیت و غنی شده در زمان کوتاه (۲ تا ۳ ماه) را داشت که می‌تواند برای جبران کمبود ماده آلی خاک مزارع نیشکر نیز بسیار موثر باشد. با توجه به تفاوت ساختاری باگاس نیشکر و سرشاخه‌های نیشکر، دستورالعمل حاضر بطور تلفیقی و بطور قدم به قدم به نحوه مناسب تولید کمپوست از هر کدام از این پسماندها پرداخته است.

مواد و زیر ساخت‌های لازم برای تولید کمپوست از سرشاخه یا باگاس نیشکر

عوامل میکروبی موثر در فرایند کمپوست (Starter culture or microbial boosters)

نظر به اینکه باگاس و سرشاخه نیشکر دارای یک ساختار پیچیده لیگنوسلولزی هستند، لذا تجزیه آن نیاز به حضور میکروارگانیسم‌های با فعالیت هیدرولازی قوی (سلولاز، بتاگلوکوناز، همی‌سلولاز و لیگنیناز) است. بدین منظور لازم است از باکتری‌ها و قارچ‌های ترموفیل و مزوفیل دارای این نوع فعالیت در فرایند استفاده شود. برای مثال قارچ‌ها و باکتری‌های زیر که قبلاً فعالیت هیدرولازی قوی آنها (زایلانازی و سلولازی) و اثرات مثبت حضور آن‌ها در فرآیند کمپوست توسط همکاران پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران واقع در کرج تایید شده است، می‌توانند استفاده شوند.

1. Thermoascus thermophiles
2. Trichoderma sp
3. Bacillus licheniformis
4. Geobacillus thermodenitrificans
5. Brevibacillus agri



شکل ۲- نمونه‌ای از باکتری‌ها (تصویر سمت راست) و قارچ‌های مورد استفاده (سمت چپ) در فرایند

نکات مهم

• استفاده از ترکیبی از قارچ‌ها و باکتری‌های ترموفیل و مزوفیل تولید کننده آنزیم‌های موثر در تجزیه کمپوست می‌تواند کارایی تولید کمپوست را بالا ببرد.

• میزان مصرف این میکروب‌ها باید در پسماند نهایی حدود 10^5 الی 10^6 سلول در گرم مناسب است.

زیرساخت‌ها، تجهیزات و مواد مورد نیاز

۱- زمین با مساحت مورد نیاز (بسته به میزان حجم توده پسماند میزان زمین مورد نیاز متفاوت است) که در محل آن تامین آب راحت باشد (یک تا چند هکتار).

۲- دسترسی به آب شیرین جهت خیساندن و تامین رطوبت مورد نیاز در طی فرایند (وجود آب و خاک شور در منطقه تولید کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی (EC) می‌شود که اثر بسیار منفی در کیفیت و اثر گذاری کمپوست تولیدی دارد).

۳- تهیه یک استخر به عمق حدود یک و نیم متر با عرض و طول مورد نیاز جهت خیساندن توده پسماند اولیه (در صورتیکه استخر سیمانی باشد، بسیار مطلوب تر خواهد بود، زیرا از ورود گل و لای و شوری به داخل توده باگاس جلوگیری می‌شود).

۴- طراحی و ساخت دستگاه ترنر با عرض ۲/۵ تا ۳ متر

۵- مسقف بودن محوطه ویندروها (ریسه‌ها) جهت جلوگیری از تابش مستقیم خورشید به توده ها و جلوگیری از تبخیر زیاد

۶-وجود تجهیزات ولوازم مورد نیاز برای تولید میکروارگانیسم‌های موثر در تولید کمپوست (تهیه شیکر انکوباتور و یا فرمانتور)

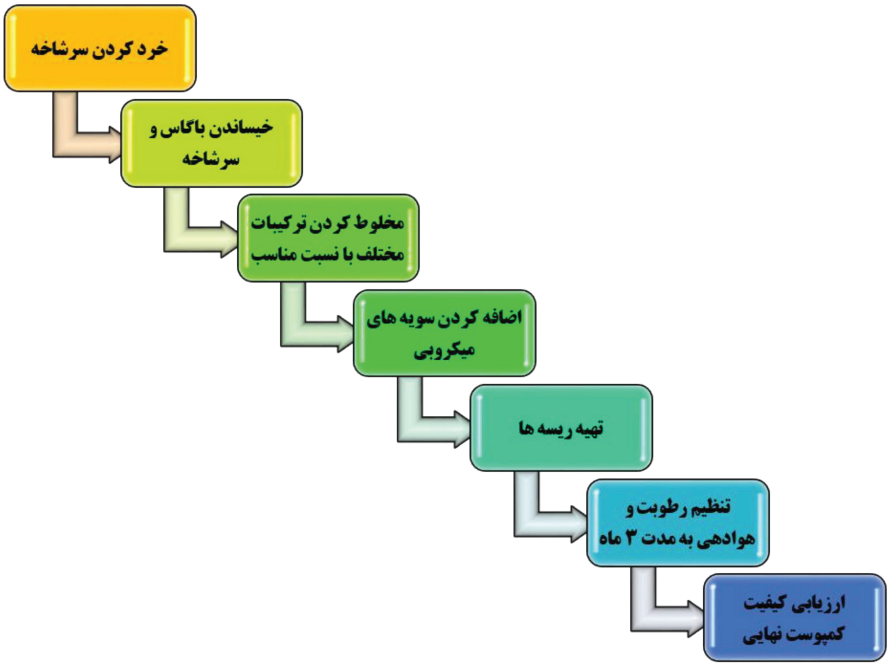
۷- لودر و بیل مکانیکی

۸- نیروی کارگر

۹- باگاس، فیلتر کیک، ملاس، کود مرغی یا دامی (یا اوره)

مراحل اجرای فرایند تولید کمپوست از باگاس یا سرشاخه

فرایند کلی تولید کمپوست از باگاس به شکل شماتیک در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- فرایند کلی تولید بیوکمپوست از باگاس یا سرشاخه

آماده‌سازی محوطهٔ عمل آوری بیوکمپوست

پیش از آغاز روند کمپوست‌سازی، محوطهٔ تولید کمپوست باید به گونه‌ای مطلوب آماده شود. این محوطه باید دارای سطح صاف بوده و زهکشی خوبی داشته باشد تا هنگام بارندگی هیچ گونه آسیبی از نظر جاری شدن آب نداشته باشد در صورتی‌که محوطه کمپوست‌سازی سیمان شده یا آسفالت شده باشد، کارایی فرایند بسیار بهتر خواهد بود، زیرا امکان اختلاط خاک شور با توده از بین می‌رود. بهتر است که محوطه انتخابی نسبت به بقیه قسمت‌های منطقه سطح بالاتری داشته باشد. فاکتور مهم دیگر در خصوص محوطه تولید کمپوست، دسترسی به آب شیرین کافی برای انجام

خیساندن اولیه و همچنین تامین رطوبت توده (۶۰ تا ۷۰ درصد) در طی فرایند است. همچنین باید توجه داشت که حضور بیش از حد نور خورشید یا باران تأثیرات معکوسی بر روی تعادل رطوبتی در داخل توده‌ی کمپوست می‌گذارد، بنابراین مسقف بودن محوطه ویندروها کمک شایانی به بهبود فرآیند تولید کمپوستینگ می‌کند (شکل۴- الف و ب).

شکل۴- محوطه و زیرساخت مورد نیاز برای تولید کمپوست. الف. محوطه روباز، ب. زیرساخت مسقف

تولید انبوه سویه‌های میکروبی بومی موثر در فرایند

به منظور تولید انبوه سویه‌های مذکور در شرایط مناسب، نیاز به وجود فرمانتور با حجم ۱۰۰ تا ۵۰۰ لیتر می‌باشد (شکل ۵). در صورت نیاز به حجم کم، می‌توان از دستگاه شیکر انکوباتور استفاده کرد. در صورت عدم وجود امکانات فوق‌الذکر، می‌توان تولید سویه‌ها را به شکل پیمان‌کاری به خارج از مجموعه سپرد. به منظور کشت سویه‌های باکتریایی در محیط کشت مایع، ابتدا محیط پیش کشت (نوترینت براث[1]) به میزان مورد نیاز تهیه و استریل شده و باکتری‌ها از محیط جامد به این محیط

شکل ۵- نمونه یک فرمانتور ۲۵۰ لیتری برای تولید عوامل میکروبی

1-Nutrient broth

کشت تلقیح می‌شوند. بعد از ۲۰ ساعت گرماگذاری در دمای ۳۰ درجه سلیسیوس با دور هوادهی ۱۱۰ rpm (برای سویه Geobacillus thermodenitrificans از دمای ۵۰ درجه استفاده می‌شود)، سپس هریک از این سویه‌ها، از محیط پیش کشت به میزان ۵ درصد حجم محیط اصلی در ارلن‌های یک لیتری در محیط کشت نوترینت براث در شرایط دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰-۱۸ ساعت با دور هوادهی ۱۱۰ rpm با غلظت حداقل 10^9 سلول در میلی‌لیتر[1] تلقیح می‌شوند. تهیه محیط کشت و استریل نمودن محیط کشت و تلقیح از محیط پیش کشت و گرماگذاری بمدت ۲۰-۱۸ ساعت در دما و هوادهی مناسب و روز بعد جمع‌آوری باکتری‌های رشد یافته و نگهداری آن‌ها در سردخانه (اتاق یخ) انجام می‌شود. برای تولید قارچ‌ها نیز بسته دمای مناسب و نوع محیط کشت بهینه آنها باید عمل کرد. بعد از تولید باکتری‌ها و قارچ‌های مورد استفاده، جهت تعیین تعداد کلی[2] میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های مایع تعداد در هر میلی‌لیتر و در نمونه‌های جامد در هر گرم تعیین و محاسبه می‌شود. برای این کار معمولا از روش سری رقت[3] استفاده می‌شود. در این راستا، لازم است رقت‌های مختلف از باکتری تهیه و در محیط کشت آن به مدت ۱۸ الی ۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای معین کشت، سپس تعداد پرگنه‌های (کلنی‌های[4]) ناشی از تغذیه، رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های موجود در هر پتری دیش بدست می‌آید. رقتی که در آن تعداد کلنی باکتری در حد ۳۰ تا ۳۰۰ باشد، به عنوان رقت پایه در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب، هنگامی‌که از محلول‌های رقیق‌کننده، عمل کشت دادن در محیط‌های جامد (در پتری‌دیش) صورت می‌گیرد، میکروارگانیسم‌های موجود در نمونه با وضعیت مناسب و شرایط آماده‌تری شروع به تغذیه، رشد و تکثیر می‌نمایند. Total count of bacteria (CFU) معادل پرگنه‌های شمارش شده تعداد × عکس درجه رقت است. پرگنه‌های حاصل شده در دوره گرماگذاری در مرحله بعد از کشت و طی دوره رشد و تکثیر محیط کشت نشان دهنده تعداد تقریبی میکروارگانیسم‌ها در مقدار کشت داده شده از نمونه می‌باشد. به این صورت که هر یک پرگنه نمایانگر حداقل یک میکروارگانیسم فعال اولیه در نمونه بشمار می‌آید و تعداد کل میکروارگانیسم‌ها براساس تعداد پرگنه‌ها بر مبنای درجه رقت نمونه تعیین و محاسبه می‌شود. این آزمایشات سه بار تکرار شده و تعداد میانگین باکتری‌ها از سه بار تکرار مشخص می‌شود. Total count of bacteria (CFU) معادل پرگنه‌های تعداد شمارش شده × عکس درجه رقت است. پرگنه‌های حاصل شده در دوره گرماگذاری در مرحله بعد از کشت و طی دوره رشد و تکثیر محیط کشت نشان دهنده تعداد تقریبی میکروارگانیسم‌ها در مقدار کشت داده شده از نمونه می‌باشد. به این صورت که هر یک پرگنه نمایانگر حداقل یک میکروارگانیسم فعال اولیه در نمونه بشمار می‌آید و تعداد کل میکروارگانیسم‌ها براساس تعداد پرگنه‌ها بر مبنای درجه رقت نمونه تعیین و محاسبه می‌شود. این آزمایشات سه بار تکرار شده و تعداد میانگین باکتری‌ها از سه بار تکرار مشخص می‌شود.

آماده سازی سرشاخه یا باگاس (خرد کردن و خیساندن)

الف. خرد کردن (خرمن کردن)

با توجه به اینکه سرشاخه و پوشال نیشکر از قطعات بسیار بزرگ تشکیل شده و از ساختاری لیگنوسلولزی برخوردار است، تجزیه آن به راحتی انجام نمی‌شود. بدین منظور لازم است در مرحله جمع‌آوری یا پس از جمع‌آوری توسط خرمن‌کوب به قطعات ۱ تا ۲ سانتی‌متری خرد شود (شکل۶). این کار کارایی فرایند را بسیار بالا می‌برد (در صورتیکه پسماند مورد استفاده باگاس باشد، نیازی به خرد کردن بیشتر نمی‌باشد.

1-Total Count 2- CFU 3- Serial dilution 4- Colony

شکل ۶- نمایی از یک خرمنکوب معمولی برای خرد کردن سرشاخه و یا پوشال نیشکر

ب. افزایش رطوبت سرشاخه یا باگاس (خیساندن)

از مهمترین فاکتورهای موثر در فرایند کمپوست، میزان رطوبت اولیه توده سرشاخه یا باگاس مورد استفاده است. در صورتی که میزان رطوبت اولیه توده در حد ۶۰ تا ۷۰ درصد باشد، فعالیت میکروبی در فرایند تولید کمپوست بسیار بالاتر خواهد بود. خشکی و یا کمبود رطوبت در توده منجر به شکست فرایند می‌شود. غالباً میزان رطوبت تودهٔ کمپوست بایستی در حدود ۶۰ الی ۷۰ درصد برمبنای وزن کل توده باشد. بنابراین قبل از شروع مخلوط نمودن توده‌ها، ابتدا باید باگاس، سرشاخه و یا برگ به مدت ۳ روز در استخر خیسانده شود (شکل ۷). بعد از گذشت سه روز، توده را از آب خارج کرده و به منظور حذف آب اضافی، به مدت یک نیمه روز در محیطی بیرون از آب در کنار استخر رها شود. در صورت سیمانی بودن این محیط، بسیار مناسب خواهد بود. سپس باگاس و یا شاخه و پوشال خیسانده شده آماده برای مخلوط شدن با سایر ترکیبات است.

نکته مهم

توده‌های بسیار خیس که آب از آنها می‌چکد (رطوبت بالای ۷۰ درصد)، کمبود اکسیژن داشته و می‌توانند تخمیر بی‌هوازی ایجاد کنند و در نتیجه تولید بوهای نامطبوع کند. چنانچه توده‌ی کمپوست بسیار مرطوب شده و بوی نامطبوعی در آن تولید شده باشد، بایستی گام‌هایی را برای خشک نمودن آن برداشت.

شکل ۷- نمونه پایلوت استخر تهیه شده برای خیساندن اولیه سرشاخه یا باگاس

پیاده‌سازی فرایند تولید کمپوست

با توجه به اینکه فرایند تولید کمپوست، کاملا یک فرایند میکروبی است که در آن مجموعه‌ای عظیم از میکروارگانیسم‌های مختلف فعالیت دارند، برای داشتن یک فرایند تولید کمپوست خوب نیاز به منابع غذایی کافی برای میکروارگانیسم‌ها هستیم. بطور کلی میکروارگانیسم‌ها برای فعالیت مناسب نیاز به منابع کربنی، منابع ازته و منابع نمکی دارند. در حالت عادی، نسبت کربن به ازت (C/N) درباگاس و سرشاخه (پوشال) نیشکر بیش از ۱۰۰ است (درصد کربن آن خیلی بالا است ولی منابع ازتی اصلا در آن‌ها وجود ندارد) که برای تولید کمپوست اصلا مناسب نیست. لذا، برای پیاده‌سازی فرایند مطلوب تولید کمپوست از این پسماندها، استفاده از ترکیبات مختلف با نسبت کربن به ازت بسیار کمتر (مثل فیلتر کیک، کود مرغی یا اوره) به منظور کاهش نسبت کربن به ازت (C/N) ضروری است. مناسب‌ترین نسبت کربن به ازت برای شروع فرایند کمپوست حدود ۳۰ تا ۴۰ است. لذا بسته به میزان دسترسی به سایر پسماندهای ارزان قیمت مثل فیلتر کیک، کود مرغی یا کود اوره، باید تلاش کرد تا نسبت کربن به ازت توده اولیه را با استفاده از نسبت مناسب این ترکیبات به میزان رساند. در صورت امکان، از سنگ فسفات (برای افزایش میزان فسفر قابل دسترس) و یا سنگ گچ (جهت تنظیم pH، تبادل گاز و هوای بهتر) نیز در حد ۱-۰/۵درصد می‌توان به ریشه‌ها اضافه کرد. قبل از شروع فرایند، باگاس، فیلتر کیک و کود مرغی یا اوره به نسبت‌های اشاره شده زیر با هم مخلوط می‌شوند (شکل ۸ و شکل ۹).

شکل ۸- نحوه تهیه توده (ریسه[1])برای تولید کمپوست از باگاس

1-Windrow

شکل ۹- نحوه تهیه ریسه برای تولید کمپوست از سرشاخه

سویه‌های میکروبی تولید شده را ابتدا با ملاس رقیق شده مورد نیاز فرایند مخلوط کرده و پس از چند ساعت به توده های مخلوط شده فوق افزوده می‌شود. از هر سویه به میزان یک میلیون سلول در گرم پسماند نهایی (۱۰^{۶} سلول باکتری در گرم پسماند نهایی) استفاده می‌شود. یعنی اگر میزان جمعیت میکرارگانیسم‌ها ۱۰^{۹} سلول در میلی‌لیتر باشد، می‌توان یکی لیتر در تن توده استفاده نمود تا به جمعیت یک میلیون در گرم توده برسیم (۱۰^{۶}). ستفاده از ملاس با هدف تحریک رشد سویه‌های میکروبی و افزایش فعالیت آنها انجام می‌شود. پس از مخلوط کردن سویه‌ها با ملاس، با استفاده از پمپ و یا بیل مکانیکی عمل پاشش روی توده باگاس و سایر ترکیبات انجام می‌شود و سپس کل توده با بیل مکانیکی به هم زده می‌شود. پس از اضافه کردن کلیه ترکیبات به توده، کل توده را با بیل مکانیکی مخلوط کرده و سپس ریسه‌ها (ویندروها) با ارتفاع حدود ۱/۵ متر و عرض ۲/۵-۲ متر ساخته می‌شود. طول هر ریسه هم بسته به میزان محوطه موجود می‌تواند متغیر باشد ولی ۱۰۰-۵۰ متر مناسب است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- یک نمونه محوطه با ریسه‌های مختلف ردیف شده (ویندرو)

روش اول

سرشاخه یا باگاس (۶۰٪)، فیلتر کیک (۲۰٪)، کود مرغی یا دامی (۲۰٪)، ملاس (۱٪)+ میکرو ارگانیسم‌ها (از هر کدام یک میلیون در گرم پسماند نهایی (۱۰^{۶} سلول باکتری در گرم پسماند نهایی).

روش دوم

سرشاخه یا باگاس (۷۰٪)، فیلتر کیک (۷۰٪)، اوره (۱٪) ۱۰ کیلو اوره در یک تن توده، ملاس (۱٪(۱۰ لیتر ملاس در یک تن توده))+ میکرو ارگانیسم‌ها (از هر کدام یک میلیون در گرم پسماند نهایی (۱۰^{۶} سلول باکتری در گرم پسماند)).

نکته مهم

در دو روش اشاره شده فوق، نسبت کربن به ازت در توده ترکیب شده اولیه حدود ۷۰ است که نسبت به حالت مطلوب (حدود ۴۰)، بیشتر است. دلیل انتخاب این نسبت ها، با توجه به عدم امکان دسترسی به میزان بالای فیلتر کیک، کود مرغی و کود اوره بوده است، لذا در صورت دسترسی به میزان بالاتری از ترکیبات فوق‌الذکر، می‌توان نسبت مصرف فیلتر کیک، کود مرغی و یا اوره را افزایش داد.

مدیریت فرایند با تنظیم رطوبت و هوادهی ریسه‌ها

پس از انجام مراحل فوق، لازم است فرایند تولید کمپوست به مدت ۲ تا ۳ ماه مدیریت شود. میزان رطوبت توده باید همواره به میزان حدود ۶۰ درصد حفظ شود. بدین منظور لازم است میزان رطوبت توده در هر ریسه هر ۳ روز یک بار اندازه‌گیری شود. در صورتی‌که میزان رطوبت کمتر از ۶۰ درصد باشد، رطوبت‌دهی می‌تواند با شلنگ یا از طریق ترنر مجهز به آب پاش انجام شود. سیستم آب‌پاشی می‌تواند بر روی دستگاه ترنر نصب شود و در مرحله هوادهی، رطوبت‌دهی نیز انجام شود. در صورت استفاده از شلنگ، لازم است بعد از آب‌پاشی، کل ریسه با ترنر به هم زده شود تا رطوبت‌دهی یکنواخت باشد. با توجه به این‌که میکروارگانیسم‌های فعال در فرایند کمپوست از نوع هوازی هستند، وجود اکسیژن برای آنها امری ضروری است. با توجه به حجم بالای توده پسماند در طی فرایند، اکسیژن موجود در توده بسرعت مصرف می‌شود و فرایند به سمت بی‌هوازی پیش می‌رود که امری مضر است. به‌منظور انجام فعالیت هوازی میکروب‌ها و تقسیم مساوی رطوبت داده شده به توده‌ها، لازم است هوادهی و به هم زدن با دستگاه ترنر متصل به تراکتور که برای این منظور طراحی یا تهیه می‌شود، انجام شود (عرض ریسه‌ها با عرض ترنر در تناسب باشد). هوادهی بطور معمول هر ۳ یا چهار روز یک بار مناسب است که انجام شود (شکل ۱۱). طول دوره به میزان ۶۰ تا ۹۰ روز در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱۱- فرایند هوادهی و به هم زدن ریسه های کمپوست به کمک ترنرهای مختلف

پیوست‌ها

۱- شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و بهداشتی کمپوست (کیفیت کمپوست)

به منظور تعیین میزان کیفیت کمپوست تولیدی و یا ارزیابی فرایند در طی دوره کمپوستینگ، می‌توان شاخص‌های مختلف تعیین کیفیت از قبیل شاخص‌های فیزیکوشیمیایی(شامل تغییرات دمایی، تغییرات EC، pH، میزان کربن، میزان ازت کل، نسبت کربن به ازت (C/N)، آمونیوم، نیترات، فسفر و پتاسیم) و همچنین شاخص‌های بهداشتی (میزان پاتوژن‌های گیاهی و انسانی موجود در کمپوست) در نمونه‌ها یا کمپوست نهایی را اندازه‌گیری کرد. روش‌های نمونه‌برداری از کمپوست و همچنین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و بهداشتی یک کمپوست مناسب در استانداردهای ملی کشور شامل شماره ۱۳۳۲۰ و ۱۳۳۲۱ ارائه شده است. شاخص‌های مهم در جداول ۱ تا ۳ آورده شده‌اند. هر چند باید توجه نمود که این شاخص‌ها بیشتر برای کمپوست حاصل از پسماندهای جامد شهری (زباله) مطرح است و تا حدودی با کمپوست حاصل از سرشاخه و باگاس در تناقض است (مثل نسبت کربن به ازت).

جدول ۱- حد مجاز فلزات سنگین در کمپوست بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم بر اساس استاندارد ملی ایران

ردیف	نام فلز		حد مجاز	
۱	آرسنیک	(As)	بیشینه	۱۰
۲	جیوه	(Hg)	بیشینه	۵
۳	روی	(Zn)	بیشینه	۱۳۰۰
۴	سرب	(Pb)	بیشینه	۲۰۰
۵	کادمیم	(Cd)	بیشینه	۱۰
۶	کبالت	(Co)	بیشینه	۲۵
۷	کروم	(Cr)	بیشینه	۱۵۰
۸	مس	(Cu)	بیشینه	۶۵۰
۹	مولیبدن	(Mo)	بیشینه	۵
۱۰	نیکل	(Ni)	بیشینه	۱۲۰

جدول۲- استاندارد حدود قابل قبول آلاینده های میکروبی در کمپوست بر اساس استاندارد ملی ایران

ویژگی		حد قابل قبول
باکتریهای شاخص در کمپوست درجه یک	کلی فرم مدفوعی	تعداد کمتر از 1×10^{3} MPN/g براساس وزن خشک
	سالمونلا	تعداد کمتر از۳MPN/۴g براساس وزن خشک
باکتریهای شاخص در کمپوست درجه دو	کلی فرم مدفوعی	تعداد کمتر یا برابر 2×10^{6} MPN/g براساس وزن خشک

جدول۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کمپوست بر اساس استاندارد ملی ایران

ردیف	نوع ویژگی	حدود قابل قبول برای رده «یک»	حدود قابل قبول برای رده «دو»
۱	مواد آلی (براساس وزن ماده خشک)	کمینه ۳۵ درصد	کمینه ۲۵ درصد
۲	کربن آلی (براساس وزن ماده خشک)	کمینه ۲۵درصد	کمینه ۱۵درصد
۳	میزان ازت کل (براساس وزن ماده خشک)	۱/۴۵-۱/۶۶ درصد	۱/۰-۱/۵ درصد
۴	نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵
۵	میزان فسفربرحسب P_2O_5 (براساس وزن ماده خشک)	۱-۳/۸ درصد	۰/۳-۳/۸ درصد
۶	میزان پتاسیم برحسب K_2O (براساس وزن ماده خشک)	۰/۵-۱/۸ درصد	۰/۵-۱/۸ درصد
۷	هدایت الکتریکی (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	بیشینه ۸ ds/m	بیشینه ۱۴ ds/m
۸	pH (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	۶-۸	۶-۸
۹	رطوبت	بیشینه ۱۵ درصد	بیشینه ۳۵ درصد
۱۰	میزان خاکستر	بیشینه ۵۰ درصد	بیشینه ۵۰ درصد
۱۱	نسبت آمونیوم به نیترات	۰/۵ تا ۳	۰/۵ تا ۳
۱۲	نسبت جذب کاتیون سدیم	بیشینه ۱۰	بیشینه ۱۰
۱۳	ظرفیت تبادل کاتیونی	کمینه ۱۰۰ meq/g	کمینه ۱۰۰ meq/g
۱۴	دانسیته	۳۵۰-۶۰۰ Kg/m^3	۳۵۰-۶۰۰ Kg/m^3
۱۵	قطر ذرات	بیشینه ۸ میلیمتر	بیشینه۲۰میلیمتر
۱۶	مواد خارجی باقطر بیشتر از۴ میلیمتر (براساس وزن خشک ماده)	بیشینه۶ درصد	بیشینه۱۲ درصد
۱۷	بذر علفهای هرز	نداشته باشد	نداشته باشد
۱۸	شاخص جوانه زنی	کمینه ۷۰ درصد	کمینه ۷۰ درصد

۲- روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی

روش ارزیابی سیر دمایی

با استفاده از ترمومتر صنعتی که با آن بتوان تا عمق یک متری از توده را مورد بررسی قرار داد، دمای توده‌ها ثبت می‌شود.

اندازه‌گیری میزان رطوبت

میزان رطوبت توده با اندازه‌گیری وزن خشک و کسر آن از وزن تر تقسیم بر وزن تر ضربدر ۱۰۰ (پس از ۲۴ ساعت نگهداری نمونه در آون تحت دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس) اندازه‌گیری می‌شود.

اندازه‌گیری میزان درصد کربن

برای اندازه‌گیری درصد کربن در ابتدا درصد خاکستر مشخص می‌شود. برای محاسبه درصد خاکستر، مقداری از نمونه خشک در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت قرار داده می‌شود. درصد خاکستر از تفریق وزن نمونه بعد از احتراق از میزان وزن نمونه خشک قبل از احتراق و تقسیم نتیجه بر وزن نمونه خشک قبل از احتراق ضربدر ۱۰۰ بدست می‌آید. پس از محاسبه درصد خاکستر میزان درصد کربن مساوی است با میزان درصد خاکستر ضربدر ۱۰۰ تقسیم بر ۱/۸ (Tiquia ۲۰۰۵).

روش اندازه‌گیری میزان ازت کل

برای اندازه‌گیری ازت کل، پس از آماده‌سازی نمونه و هضم نمونه در دستگاه هضم از روش کجدال استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری میزان C/N

نسبت C/N نهایی ترکیب تهیه شده از پسماندهای مختلف (باگاس، فیلتر کیک، کود مرغی و...) از طریق رابطه زیر بدست می‌آید (رابطه ۱).

$$C/N = \frac{[\%Ca*a*(1-ma)]+[\%Cb*b*(1-mb)]+\cdots}{[\%Na*a*(1-ma)]+[\%Nb*b*(1-mb)]+\cdots}$$ رابطه (۱)

C_a : میزان کربن ماده اول

M_a : میزان رطوبت ماده اول

N_a : میزان نیتروژن ماده اول

a : وزن ماده اول

C_b : میزان کربن ماده دوم

M_b : میزان رطوبت ماده دوم

N_b : میزان نیتروژن ماده دوم

b : وزن ماده اول

در این فرمول با جایگزینی مقادیر اولیه اندازه‌گیری شده از هر ماده مانند کربن، نیتروژن، وزن و رطوبت مقدار حدودی C/N آغاز کمپوست محاسبه می‌شود.

میزان pH

میزان pH در یک محلول به نسبت ۱به ۱۰ کمپوست و آب (w/w) اندازه‌گیری می‌شود.

میزان هدایت الکتریکی (EC)

برای اندازه‌گیری EC، ابتدا کمپوست را با آب مخلوط کرده و سپس با استفاده از دستگاه EC متر مقدار بر حسب دسی‌زیمنس بر متر تعیین می‌شود.

اندازه‌گیری میزان فسفر

برای اندازه‌گیری میزان فسفر از روش هضم در اسیدهای قوی و آنالیز با دستگاه اسپکتروفومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر انجام می شود (Nishanth ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری میزان پتاسیم

برای اندازه‌گیری میزان پتاسیم بعداز آماده‌سازی و هضم در اسیدهای قوی و آنالیز با دستگاه فلیم فوتومتر انجام می‌شود.

اندازه‌گیری میزان غلظت آمونیوم

غلظت آمونیوم با استفاده از دستگاه اسپکتروفومتر در جذب ۶۵۰ نانومتر به روش باتگن و الی اندازه‌گیری می‌شود. (Baethgen 1989).

نکته مهم

کلیه اندازه‌گیری‌ها حداقل با ۳ بار تکرار انجام می‌شود.

منابع

[۱] پورمظاهری،ه، صالحی جوزانی غ. کریمی ابراهیم و ...، ۱۳۹۲، ارزیابی برخی باکتری‌های بومی جداسازی شده در فرآیند تولید کمپوست. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی، دوره ۵، شماره ۱، ۱۳۹۲.

[۲]سرکمریان ف.،صالحی جوزانی غ؛مرادی ف.۱۳۹۴.بهینه‌سازی تولیدسریع کمپوست غنی شده از باگاس نیشکر با استفاده از فرایندهای بیوتکنولوژیک. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی. دوره ۵، شماره ۹، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۶۴-۴۹.

[۳]صالحی جوزانی و همکاران، ۱۳۹۴، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی "تولید بیوکمپوست غنی‌شده از باگاس نیشکر با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژیک".

[۴] محمدی گل تپه، ا. ۱۳۷۶. تهیه کود آلی از باگاس نیشکر. مجله شکرشکن، شماره ۱۳ و ۱۴.

[5] Biswas, D.R. & Narayanasamy, G. (2002) Mobilization of phosphorus from rock phosphate through composting using crop residuefertilizer. The Society for Industrial Microbiology News 47, 53–56.

[6] Brito, L.M., Mourao, I., Coutinho, J., Smith, S.R. (2012) Simple technologies for on-farm composting of cattle slurry solid .fraction. Waste Manag. 327, 1332–1340.

[7] Chandel A. K., Silvio S. da Silva, Walter Carvalhoa

and microbial community during composting of municipal solid waste (Viz. Kitchen waste) at Jhansi City, UP (India). Recent Res. Sci. Technol. 4: 10-14.
[18] Pandharipande S.L., S. Gadekar, R. Agrawal (2004) Bio Conservation of Press Mud (a Waste from Sugar Industry). Asian J. Microbiol.Biotechnol. Environ. Sci.,6: 87-888.8
[19] Rezende C. A., de Lima M A, Maziero P., deAzevedo E. R., Garcia W., Polikarpov I. (2011) Chemical and morphological characterization of sugarcane bagasse submitted to a delignification process for enhanced enzymatic digestibility, Biotechnology for Biofuels, 4:54.
[20] Said AEAA, Aly AA, El-Wahab MMA, Soliman SA, El-Hafez AAA, Helmey V, Goda MN (2012). Potential application of propionic acid modified sugarcane bagasse for removing of basic and acid dyes from industrial wastewater. Resour. Environ. 2: 93-99.
[22] Sharma A and Purth NK. (2007) Agronomic effectiveness of baggase incorporated with FYM based enriched compost for the yield of strawberry, Plant Archives, 7(2):865-867
[23] Silva CF; Raquel Santos Azevedo; Claudia Braga; Romildo da Silva; Eustáquio Souza Dias; Rosane Freitas Schwan (2009) Microbial Diversity In A Bagasse-Based Compost Prepared For The Production Of Agaricus Brasiliensis. Brazilian Journal of Microbiology 40: 590-600.
24] Torkashvand A, Mohammadi A, Radmehr S, Nadian H (2012) The use of Thricoderma fungi with nitrogen and pH treatments in the compost Production of cane organic wastes, The 1th International and The 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture, 26 – 27 April 2012 in Isfahan, Iran.
[25]WangCM,ChangaCM,WatsonME,DickWA,Chen Y, Hoitink HAJ (2004) Maturity indices of composted dairy and pig manures. Soil Biol. Biochem. 36:767–776.
[26] Zayed G, Abdel-Motaal H (2005) Bio-production of compost with low pH and high soluble phosphorus from sugar cane bagasse enriched with rock phosphate. World J. Microbiol. Biotechnol. 21: 747-752.
and Om. V. Singhb (2012) Sugarcane bagasse and leaves: foreseeable biomass of biofuel and bio-products, J Chem Technol Biotechnol 2012; 87: 11–20.
[8] Chang JI, Hsu TE (2008) Effects of compositions on food waste composting. Bioresour. Technol. 99, 8068–8074.
[9] Dehghani R, Charkhloo E, Mostafaii GH, Asadi MA, Mousavi GA, Saffari M, Pourbabaei M. (2011) A study on the variations of temperature, moisture, pH and carbon to nitrogen ratio in producing compost by stack .method. J.Kashan Univ. Medical Sci. 15: 359-365.
[10] Formowitz B, Elango F, Okumoto S, Müller T, Buerkert A (2007) The role of "effective microorganisms" in the composting of banana residues. J. Plant Nutr. Soil Sci. 170, 649-656.
[11] Hatakka A. (1994) Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. FEMS Microbiol Rev 13:125-135.
[12] Ismayana A, Siswi Indrasti N, Sane T (2013) Co-composting process of bagasse and sludge from sugarcane industry with influence of difference initial C/N value and aeration. Proceedings of Bogor Agricultural University (http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/67800.) [13] Jayapal N, Samanta AK, Kolte AP, Senani S, Sridhar M, Suresh KP, Sampath KT (2013) Value addition to sugarcane bagasse: Xylan extraction and its process optimization for xylooligosaccharides production. Ind. Crops Prod., 42: 14-24.
[14] Li J, Wei X, Wang Q, Chen J, Chang G, Kong L, Liu Y (2012) Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. Carbohydrate Polymers, 90: 1609-1613.
[15] Meunchang S, Supamard Panichsakpatana & Richard W. Weaver (2005a) Inoculation of sugar mill by-products compost with N2-fixing bacteria, Plant and Soil 271: 219–225
[16] Meunchang, S., Panichsakpatana, S., and Weaver, R.W.(2005b) Co-composting of filter cake and bagasse; by-products form a sugar mill. Bioresource Technology, 96(4): 437-442.
[17] Pathak AK, Singh MM, Kumara V, Arya S, Trivedi AK (2012) Assessment of physico-chemical properties

فراخوان عضویت حقیقی و حقوقی
در جمعیت علمی فن‌آوری نیشکر ایران

زمینه فعالیت:

کشاورزی	بیولوژی	صنعت و صنایع جانبی	مدیریت
○ کشاورزی عمومی	○ اصلاح نباتات	○ مهندسی	○ مدیریت
○ خاکورزی	○ حشره شناسی	○ مکانیکال	○ بازاریابی
○ محیط زیست	○ بیولوژی مولکولی	○ برق	○ اقتصاد
○ آبیاری و زهکشی	○ بیماری‌شناسی گیاهی	○ الکترونیک	○ تکنولوژی اطلاعات
○ خاک و تغذیه گیاهی	○ سایر	○ انرژی	○ مشاوره
○ فیزیولوژی		○ فرایند	○ سایر
○ سایر		○ سایر	

نحوه ی عضویت:

علاقمندان می‌توانند با مراجعه به سایت جمعیت به آدرس www.irssct.com, منوی عضویت فرم‌های عضویت حقیقی و حقوقی را دانلود و پس از تکمیل مدارک برای دبیرخانه‌ی جمعیت ارسال نمایند.

IRANIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS

جمعیت علمی فن آوری نیشکر ایران
IRSSCT
Iranian Society of Sugar Cane Technologists

مزایای عضویت:

۱- چاپ مقاله اعضاء در فصلنامه نیشکر

۲- حضوردر همایش‌ها وکارگاه‌های آموزشی به همراه صدور گواهینامه آموزشی

۳- حضور در نمایشگاه‌های ملی و بین‌المللی

٤- صدور کارت عضویت

۵- برخورداری از تخفیف‌های ویژه‌ی جهت درج آگهی در نشریه که با تیراژ ۱۰۰۰ جلد در سطح گسترده‌ی صنعت، کشاورزی، دانشگاهی و انجمن‌های صنفی مرتبط در سراسر کشور بصورت رایگان توزیع می‌شود.

شرکت مشکفام فارس

MOSHKFAM FARS Co.

(مجتمع تولید سموم)

کارخانه: شیراز، شهر صنعتی آب باریک، خیابان بنفشه

تلفن: ۱۷-۳۲۶۰۲۰۱۵-۰۷۱ اداره فروش: ۸۵و۳۲۶۰۲۰۸۳-۰۷۱

تهران: خیابان شیخ بهایی شمالی، خیابان سلمان، پلاک ۱۹، طبقه دوم

دفتر تهران: ۴-۸۸۰۵۸۵۶۱-۰۲۱

info@moshkfamfars.com

www.moshkfamfars.com

moshkfamfars