محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳، شماره۲، تابستان ۱۳۹۹
صفحات ۳۸۳ تا ۳۹۶

مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر و بررسی اثرات زیست‌محیطی آتش‌زدن مزارع در برداشت سوخته نیشکر در استان خوزستان

نسیم منجزی[1]*

۱- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت۹۸/۱۰/۰۷-تاریخ پذیرش۹۸/۱۱/۱۳)

چکیده:

سوزاندن نیشکر عملی است که قبل از برداشت نیشکر به‌منظور تسهیل برداشت و یا بعد از برداشت سبز به‌منظور حذف بقایای گیاهی مانده در مزرعه انجام می‌گیرد. هدف از این مطالعه، مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر و بررسی اثرات زیست‌محیطی آتش‌زدن مزارع در برداشت سوخته نیشکر در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در استان خوزستان است. برای بررسی روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر از تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. جهت تعیین معیارها، پس از مطالعات و مذاکره با کارشناسان برداشت نیشکر در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، معیارهای احتمالی تأثیرگذار بر برداشت نیشکر، شناسایی و در چهار گروه میزان خاشاک ارسالی به کارخانه، میزان ضایعات در زمان برداشت، آلودگی زیست‌محیطی و مدیریت بقایا در عملیات بازرویی و آبیاری تقسیم‌بندی شدند. اطلاعات مورد نیاز در قالب پرسشنامه‌هایی توسط ۳۱ کارشناس عملیات برداشت شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در سال زراعی ۱۳۹۸ جمع‌آوری و برای تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11.0 مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از رویکرد تلفیقی SWOT-AHP اقدام به شناسایی و طبقه‌بندی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای برداشت سبز و سوخته نیشکر گردید. نتایج حاصل از ارزیابی ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی نشان داد میانگین وزن نهایی عوامل داخلی و خارجی به‌ترتیب برابر۳/۱۸۱ و ۲/۶۹۳ است که نشان می‌دهد روش‌های برداشت نیشکر از نظر عوامل داخلی دارای نقاط قوت برجسته است و در بهره‌برداری از عوامل خارجی با نقاط تهدید مهمی روبه‌رو است. همچنین نتایج نشان داد از بین روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر در حال حاضر با توجه به امکانات و تجهیزات فعلی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، روش برداشت سوخته با وزن نسبی ۰/۶۳۴ در اولویت می‌باشد. نتایج مربوط به نشر گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن ناشی از آتش‌زدن مزارع نیشکر شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی نشان داد میزان نشر این گاز معادل ۱۶۴۱۷۸۰۰۰۰ کیلوگرم برای یک فصل زراعی می‌باشد. در نهایت با توجه به نتایج تحقیق حاضر و بررسی‌های انجام شده، برداشت سبز تنها راهکار کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی در صنعت تولید نیشکر در استان خوزستان می‌باشد. اما از آنجا که برداشت سبز برای اجرایی‌شدن نیازمند مدیریت همه‌جانبه است، در حال حاضر، مدیریت دود و خاکستر ناشی از آتش‌زدن مزارع نیشکر به‌صورت سوزاندن مجاز تحت شرایط توصیه‌شده آب و هوایی، به‌منظور کاهش اثرات مخرب بر محیط زیست و سلامت عمومی الزامی است.

کلید واژگان: نیشکر، برداشت، سبز، سوخته، خوزستان

*نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۶۱۳۳۳۳۰۰۱۰ ایمیل: n.monjezi@scu.ac.ir

۱. مقدمه

بیش از یک‌صد و ده هزار هکتار از مزارع استان خوزستان تحت کشت گیاه نیشکر می‌باشد که باعث ایجاد یک منطقه سبز زیست‌محیطی، حرکت به‌سمت خودکفایی در تولید شکر، رونق اقتصادی، اشتغال و ایجاد فعالیت‌های فرهنگی و اجتماعی مفید در استان خوزستان شده است. هر ساله جهت سهولت برداشت این مزارع و عملیات بعد از برداشت، اقدام به سوزاندن پوشال‌های نیشکر می‌گردد، هر چند در برداشت سوخته، استهلاک دروگر برداشت نیشکر به‌علت کمتر درگیرشدن قطعات این دستگاه که برای زدن سرنی و قطعه‌کردن پوشال‌ها به اندازه‌های کوچک‌تر و باقی گذاشتن در سطح مزرعه که برای برداشت سبز طراحی شده است را کم‌تر می‌نماید ولی این آتش‌سوزی علاوه بر این‌که به گیاه نیشکر برای تولید سال بعد، تنش وارد نموده، باعث از بین‌رفتن حاصلخیزی خاک، از بین‌رفتن جانوران در سطح خاک و در درازمدت باعث افت محصول و بالا رفتن هزینه تولید می‌شود و از نظر مسائل زیست‌محیطی جنبه‌های مثبت زیست‌محیطی کشت این محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Woo Go and Conag, 2019). در برداشت سبز نیشکر، مشکل چگونگی مدیریت ضایعات و همچنین چگونگی جمع‌آوری بقایای برگ‌های مانده بر زمین، برای محصول سال بعد، وجود دارد. ماندن ضایعات نیشکر بر روی زمین اثرات مثبت و منفی متعددی می‌تواند داشته باشد. حفظ بقایای سبز نیشکر می‌تواند باعث افزایش مواد غذایی، کاهش فرسایش خاک، کاهش علف‌های هرز و حفظ رطوبت خاک شود (Wiedenfeld, 2009). Viatorو همکاران (۲۰۰۶) در طی تحقیقی نشان دادند باقیمانده عصاره نیشکر بعد از برداشت سبز باعث افزایش شکوفایی جوانه‌ها می‌شود، اما در برگ‌دهی اولیه محصول بعدی نیشکر باعث تأخیر خواهد شد. زمانی‌که ضایعات نیشکر در سطح خاک هستند، شیار زدن زمین برای آبیاری کار بسیار سختی خواهد بود. از منظر تعادل مواد مغذی خاک و اثرات زیست‌محیطی، این فرآیند می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار در مقایسه با برداشت سوخته در نظر گرفته شود (Luca *et al.*, 2018). بقایای گیاهی باعث بهبود در چرخه مواد مغذی خاک می‌شوند و مواد مغذی در رشد سالم گیاه نقش دارند. بنابرین بقایای گیاهی مواد مغذی خاک را افزایش و تولید را ارتقاء خواهد داد (Devi *et al.*, 2020). در پژوهشی، برداشت سبز و مدیریت بقایا در مقایسه با برداشت سوخته در مزارع سان‌کارلوس در اکوادور مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان حجم بقایایی که بعد از برداشت سبز بر روی سطح مزرعه باقی می‌ماند (۱۷/۳۱ تن در هکتار) به‌طور مشهودی در مقایسه با برداشت سوخته (۳/۷ تن در هکتار) افزایش یافت. میزان فسفر و پتاسیم در بقایا همسان بود اما میزان نیتروژن در بقایای برداشت سبز (۰/۸۵ درصد) در مقایسه با برداشت سوخته (۰/۵۵ درصد) از افزایش چشمگیری برخوردار بوده است. بعد از برداشت سبز هزینه کنترل علف‌های هرز تا ۳۵ درصد و آبیاری تا ۱۰ درصد کاهش یافت. در حالی‌که در میزان استحصال ساکارز اثر معنی‌داری وجود نداشت (Núñez and Spaans, 2008). همچنین، برداشت سوخته نیشکر، اثرات منفی مختلفی بر عملکرد شکر خواهد داشت. این فرآیند باعث کاهش میزان ساکارز و کاهش میزان استحصال شکر می‌شود. نی سوزانده شده به‌دلیل جلوگیری از تخمیر ساکارز و تبدیل به اتانول می‌بایست

تا ۱۵ روز مورد فرآوری قرار گیرد، حتی اگر نی به‌طور ساقه تمام قد برداشت شده باشد (Omrani, 2015). در سال‌های اخیر به خاطر مطرح بودن مسائل زیست‌محیطی در سطح جوامع بین‌المللی (Rassoolizadeh and Ziaei, 2019)، سوزاندن پیش از برداشت مزراع نیشکر تبدیل به یک نگرانی مهم زیست‌محیطی شده است و فشارهای عمومی ضد سوزاندن نیشکر در سراسر جهان افزایش یافته است (Caldeira-Pires *et al.*, 2018). Cristale و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی تحت عنوان اثر سوزاندن نیشکر بر سطح هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای آلودگی هوای داخل و خارج از شهر برزیل به این موضوع پرداختند. نتایج بیانگر این است که آتش‌زدن مزارع یکی از منابع اصلی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در فصل برداشت محسوب می‌شود. یافته‌های این تحقیق نشان‌دهنده آن است که سوزاندن مزراع نیشکر می‌تواند سلامت عمومی جامعه را در شهرهای اطراف مزارع با خطر مواجه سازد. Alvarez و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقی به بررسی میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از آتش‌زدن مزارع نیشکر پرداختند. در نهایت با توجه به اختلاف معنی‌دار در آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از برداشت سبز و سوخته، برداشت سبز به‌عنوان تنها راهکار برای کاهش آلایندگی هوا پیشنهاد گردید. بنابراین با توجه به مزایا و مضرات برداشت سبز و سوخته نیشکر، عدم وجود تحقیقات کاربردی در این زمینه و توجه به این نکته که بخش زیادی از برداشت نیشکر در استان خوزستان به روش برداشت سوخته انجام می‌شود، باید از طریق تجزیه و تحلیل راهبردی و روش‌های مدیریتی به شناسایی چالش‌های مطلوب (قوت‌ها و فرصت‌ها) و نامطلوب (ضعف‌ها و تهدیدها) روش‌های برداشت نیشکر پرداخت. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌ی استفاده از روش‌های مدیریتی (SWOT-[۲]AHP[۱]) و انتخاب بهترین راهبرد در مدیریت سیستم‌های تولیدی انجام شده است (Szulecka *et al.*, 2017، Etongo *et al.*, 2018، Gottfried *et al.*, 2018، Solangi *et al.*, 2019، Wang *et al.*, 2020، Kamran *et al.*, 2020). هدف اصلی از پژوهش حاضر، مدیریت راهبردی روش‌های برداشت نیشکر، مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر و بررسی اثرات زیست‌محیطی آتش‌زدن مزارع در برداشت سوخته نیشکر در استان خوزستان می‌باشد. اهداف فرعی پژوهش شامل، تعیین بهترین استراتژی برای مدیریت راهبردی روش‌های برداشت نیشکر، تعیین نقاط قوت و ضعف روش‌های برداشت نیشکر در استان خوزستان بر اساس مدل SWOT، تعیین فرصت‌ها و تهدیدهای روش‌های برداشت نیشکر در استان خوزستان بر اساس مدل SWOT و فرضیه تحقیق نیز بالا بودن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در برداشت سوخته نیشکر در استان خوزستان می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی و روش تحقیق آن توصیفی-تحلیلی است. در مرحله اول با توجه به هدف

1 -Strengths, weaknesses, opportunities, threats
2 -Analytic hierarchy process

تحقیق، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر با استفاده از تحلیل SWOT شناسایی شدند. در مرحله بعدی اقدام به تعیین وزن و رتبه‌بندی هر عامل با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) گردید. برای بررسی استراتژیک عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)، ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE[1]) و ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE[2]) تشکیل شد. نهایتاً برای مشخص شدن این که کدام استراتژی در اولویت قرار دارد، ماتریس داخلی و خارجی (IE[3]) مورد تحلیل قرار گرفت. ماتریس داخلی و خارجی چهار نوع متفاوت از استراتژی را ترسیم می‌کند: ۱) استراتژی SO[4]: بهره‌گیری از نقاط قوت برای استفاده از فرصت‌های خارجی، ۲) استراتژی WO[5]: کاهش ضعف‌های داخلی برای بهره‌مندی از فرصت‌ها، ۳) استراتژی ST[6]: استفاده از قوت‌های داخلی برای کاهش تهدیدهای بیرونی و ۴) استراتژی WT[7]: ضعف‌های داخلی کاهش یابد تا از تهدیدهای بیرونی بتوان دوری کرد (David, 2009). در تحلیل SWOT نمی‌توان اهمیت هر عامل را به‌صورت عددی بیان نمود تا از آن طریق اثر آن عوامل را برگزینه‌های راهبردی هدف تعیین کرد (Yuksel and Dagdeviren, 2007). به عبارت دیگر تحلیل SWOT ابزاری برای تعیین اهمیت نسبی معیارها و یا ارزیابی گزینه‌های مختلف را در اختیار قرار نمی‌دهد. برای برطرف نمودن این مشکل می‌توان چارچوب SWOT را به یک مدل ساختاری سلسله مراتبی تبدیل نموده و سپس آن را توسط AHP تحلیل نمود (Kajanusa *et al.*, 2004). این رویکرد تلفیقی در سه گام به‌کار گرفته می‌شود. در گام اول، تهیه لیستی از زیرمعیارهای مربوط به نقاط قوت و ضعف درونی و فرصت‌ها و تهدیدهای خارجی و انجام تجزیه و تحلیل SWOT است؛ در گام دوم، از مقایسات زوجی برای تعیین وزن هر یک از معیارهای SWOT استفاده می‌شود؛ در گام سوم، از AHP به‌منظور تعیین اهمیت نسبی هریک از معیارهای SWOT استفاده شده و سپس اهمیت وزن نهایی زیرمعیارها به‌وسیله ضرب میزان وزن نسبی هر کدام در امتیاز مربوطه محاسبه و رتبه‌بندی می‌شود. همچنین علاوه بر مدیریت راهبردی SWOT، در این تحقیق، به مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر در استان خوزستان با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شد. جهت تعیین معیارها، پس از مطالعات و مذاکره با کارشناسان برداشت نیشکر در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، معیارهای احتمالی تأثیرگذار بر برداشت نیشکر شناسایی و در چهار گروه، میزان خاشاک ارسالی به کارخانه، میزان ضایعات در زمان برداشت، آلودگی زیست‌محیطی و مدیریت بقایا در

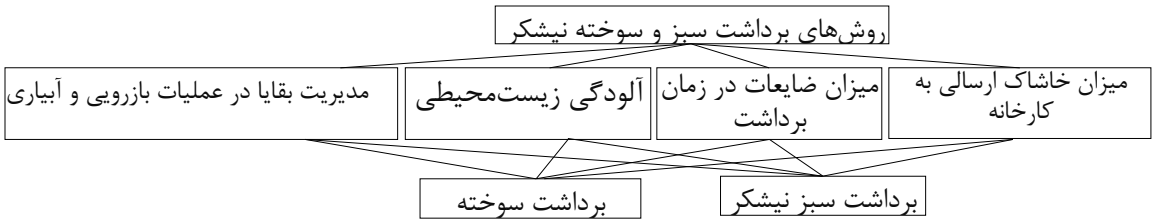
1- Internal Factor Evaluation
2- External Factor Evaluation
3- Internal and External
4- Strengths- Opportunities
5 -Weaknesses- Opportunities
6 -Strengths- Threats
7 -Weaknesses- Threats

عملیات بازرویی و آبیاری تقسیم‌بندی شدند. به‌منظور وزن‌دهی به معیارها و گزینه‌ها، از روش مقایسه زوجی عناصر استفاده شد که در آن هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر، به‌صورت زوجی مقایسه شد و وزن نسبی آن‌ها محاسبه شد. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد. برای وزن‌دهی به معیارها، پرسشنامه‌هایی تهیه شد که توسط ۳۱ کارشناس عملیات برداشت شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در سال زراعی ۱۳۹۸ تکمیل و برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، ۲۸ کارشناس عملیات برداشت و ۷ مدیر برداشت حضور دارد که در این پژوهش، برای استفاده از نظرات و تجربیات همه‌ی متخصصین عملیات برداشت نیشکر، جامعه آماری برابر نمونه آماری در نظر گرفته شد. بدین منظور تعداد ۳۵ پرسشنامه تهیه شد و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. از این تعداد، ۴ پرسشنامه توسط کارشناسان به‌طور کامل، تکمیل نگردید، بنابراین از روند تحقیق کنار گذاشته شد. جهت سنجش اعتبار پرسشنامه‌ها از نرخ ناسازگاری استفاده شد. یکی از مزایای تحلیل سلسله مراتبی، توانایی کنترل میزان سازگاری تصمیم است. برای هر ماتریس، حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری، به شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی هم‌بعد آن ماتریس، معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است که آن را نرخ ناسازگاری می‌گویند. چنانچه این عدد کوچکتر از ۰/۱ است، سازگاری سیستم قابل قبول است. در غیر این‌صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر نمود (Monajem *et al.*, 2013). گام نخست در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار کلی می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده شوند (Jafari *et al.*, 2013). در این تحقیق، هدف که بررسی روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر است، بر اساس چهار معیار در سطح دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۱). برای هر یک از ماتریس‌های تصمیم نیز، میزان ناسازگاری توسط نرم‌افزار Expert choice 11.0 محاسبه شد. همچنین در این پژوهش، به‌منظور محاسبه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در برداشت سوخته نیشکر و آتش‌زدن مزارع پیش از برداشت، از ضرایب موجود در منابع معتبر جهت محاسبه مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی استفاده شد. میزان این گازها بر حسب نهاده‌های ورودی توسط ضریب انتشار متناظر با آن‌ها که در منابع موجود می‌باشد، اندازه‌گیری می‌شود (Khoshnevisan *et al.*, 2013). در روش محاسبه نشر گازهای گلخانه‌ای، نهاده‌های انتشار در ضرایب مربوطه ضرب شده و میزان نشر گازهای گلخانه‌ای برای هر یک از نهاده‌ها از طریق رابطه ۱ به‌دست می‌آید. رابطه۱

$$\text{GHG emissions} = \text{SI consumption} \times \text{EC emissions}$$

که در آن GHG emissions، میزان انتشار کیلوگرم گاز گلخانه‌ای منتشر شده برای نهاده در واحد هکتار، SI consumption مقدار هر نهاده در واحد هکتار و EC emissions ضریب انتشار استاندارد می‌باشد (Harouni *et al.*, 2018). در مزارع نیشکر، محصول باقی‌مانده پس از برداشت تحت عنوان پوشال شناخته می‌شود. میزان پوشال نیشکر در مزارع نیشکر به‌صورت معمول بیشتر از هر محصول زراعی دیگری می‌باشد. بیشتر از ۲۵-۳۰ درصد از بیوماس بالای سطح خاک گیاه نیشکر را برگ‌ها و سر نی‌ها تشکیل می‌دهند که از نظر تولید شکر و ملاس

نامطلوب می‌باشد. سوزاندن نیشکر قبل از برداشت پوشال را نابود می‌کند (Sandhu *et al.*, 2013). میزان پوشال بر اساس نوع واریته نیشکر، شرایط آب و هوایی، نوع برداشت، وضعیت حاصلخیزی و باروری خاک و نوع مدیریت اعمال شده در مراحل مختلف، متغییر بوده است و بر همین اساس در مطالعات موجود در این زمینه، مقادیر مختلفی در مورد میزان پوشال در مزارع نیشکر پس از برداشت ذکر شده است (۱۲ تن ماده خشک در هکتار (Robertson, 2003)، ۲۵ تن ماده خشک در هکتار (Robertson , 2003)، ۱۵ تن در هکتار ماده خشک (Spain and Hodgen,1994). این میزان پوشال در مورد نیشکر و مقایسه آن با پسماند سایر محصولات کشاورزی به‌طور مثال، میزان ۲-۸ تن ماده خشک در هر هکتار برای گندم و جو (Buyanovsky and wagner,1986) بیانگر توجه به روش‌های مدیریت پوشال در مزارع نیشکر است. در شرایط تولید نیشکر در استان خوزستان، با توجه به این‌که پوشال نیشکر چیزی معادل ۳۰ تا ۴۰ درصد از کل محصول نیشکر را دارا بوده و با توجه به این‌که بقایای نیشکر بیشتر از هر محصول زراعی در هکتار می‌باشد، به‌صورت میانگین بین ۱۵ تا ۲۰ تن خاشاک در هکتار تولید می‌شود. از طرفی، آلاینده‌های ناشی از سوزاندن شاخ و برگ نیشکر سبب انتشار آلاینده‌های زیادی از جمله دی‌اکسیدکربن می‌باشد. میزان انتشار این آلاینده ۱/۳۰۳ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم شاخ و برگ می‌باشد (Franca *et al.*, 2012).



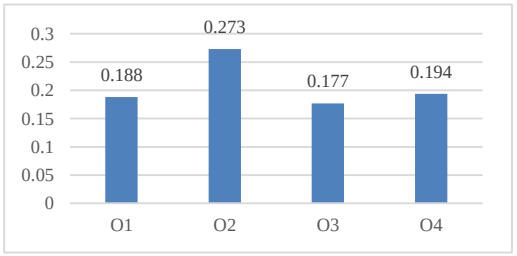
شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر در استان خوزستان

۳. نتایج

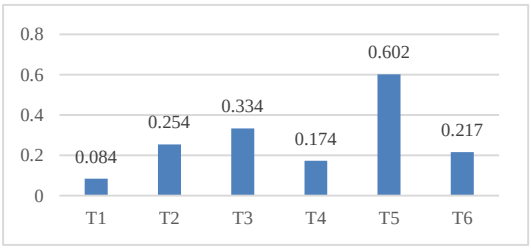
۳-۱. مدیریت راهبردی روش‌های برداشت نیشکر با استفاده از تحلیل SWOT-AHP

روند تحلیل مدیریت راهبردی روش‌های برداشت نیشکر در استان خوزستان با شناسایی عوامل داخلی (قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت و تهدید) آغاز شد. سپس به ارزیابی عوامل داخلی و خارجی و تدوین استراتژی توسط مدل SWOT پرداخته شد. در ادامه با بهره‌گیری از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی (IE)، مشخص شد که مدیریت راهبردی برداشت نیشکر در چه موقعیتی قرار دارد. عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) با استفاده از نظر خبرگان شناسایی شده و ماتریس SWOT (جداول ۱ و ۲) تشکیل شد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، نقاط قوت و ضعف هر کدام شامل ۱۳ و ۱۰ عامل و نقاط فرصت و تهدید هر کدام شامل ۴ و ۶ عامل می‌باشند. مقایسات زوجی بین عوامل SWOT در هر گروه با استفاده از روش AHP صورت گرفت. در نهایت وزن نسبی، امتیاز، وزن نهایی و رتبه هر یک از عوامل به‌دست آمد. شکل ۲ نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد که عوامل گروه قوت‌ها به چه میزان در تحلیل استراتژی نقش

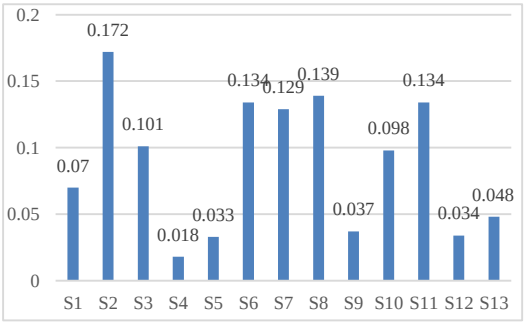
داشتند. با توجه به شکل، عامل S_2 با وزن نسبی ۰/۱۷۲ بیشترین تأثیر را دارد. شکل ۳ نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی عوامل گروه ضعف را نشان می‌دهد. عامل W_1 با وزن نسبی ۰/۳۰۳ بیشترین اثر را دارد. همچنین بر اساس شکل‌های ۴ و ۵ عامل T_5 با وزن نسبی ۰/۶۰۲ به‌عنوان مهم‌ترین عامل در گروه فرصت‌ها و عامل O_2 با وزن نسبی ۰/۲۷۳ به‌عنوان مهم‌ترین عامل در گروه فرصت‌ها شناخته شدند. نرخ ناسازگاری این مقایسات زوجی برابر صفر است. از آنجایی که این مقدار کوچکتر از ۰/۱ است، لذا می‌توان گفت که قضاوت‌ها و مقایسات زوجی دارای سازگاری و پایایی است (Jamali, 2015).



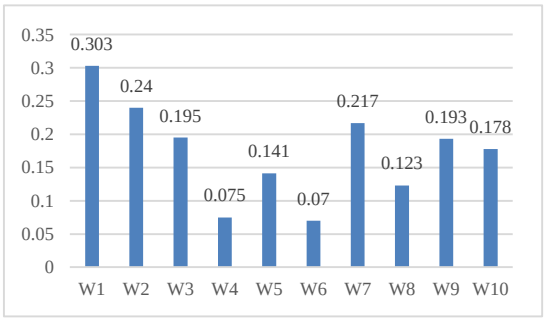
شکل۲- وزن نسبی زیر معیارهای نقاط قوت برداشت سبز و سوخته نیشکر



شکل ۳-وزن نسبی زیر معیارهای نقاط ضعف برداشت سبز و سوخته نیشکر



شکل۴-وزن نسبی زیرمعیارهای نقاط فرصت برداشت سبز و سوخته نیشکر



شکل۵-وزن نسبی زیرمعیارهای نقاط تهدید برداشت سبز و سوخته نیشکر

جدول ۱ ماتریس ارزسیابی عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) روش‌های برداشت نیشکر را نشان می‌دهد. مهم‌ترین نقطه قوت در برداشت سبز از دیدگاه کارشناسان خبره "ایجاد یک لایه محافظ در سطح خاک توسط پوشال نیشکر و جلوگیری از رشد علف‌های هرز" با وزن نهایی ۰/۶۷۴ است. همچنین مهم‌ترین نقطه قوت در برداشت سوخته " کاهش حجم نی‌های انتقالی به کارخانه و کاهش تعداد واحدهای ترابری در مسیرهای حمل نیشکر به کارخانه" با وزن نهایی ۰/۵۵۴ است. مهم‌ترین ضعف در برداشت سبز نیشکر از دیدگاه کارشناسان خبره " کاهش راندمان کاری ماشین برداشت نیشکر" با وزن نهایی ۰/۳۰۶ و مهم‌ترین ضعف در برداشت سوخته نیشکر " انتشار گازهای CO_2، CO، NOx، SOx و ذرات معلق موجود در اتمسفر" با وزن نهایی ۰/۲۵۰ است. همچنین میانگین وزن نهایی نقاط قوت و ضعف برابر ۳/۱۸۱ شد که این عدد از میانگین مورد نظر (۲/۵) بیشتر است. نتیجه آن‌که روش‌های برداشت نیشکر دارای شرایط مساعدی است به‌طوری که برداشت این محصول از نظر عوامل داخلی دارای نقاط قوت است. از طرفی این عدد نشان می‌دهد که قوت‌های سامانه برداشت نیشکر می‌تواند به ضعف‌هایش غلبه کند.

جدول ۱- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر

روش برداشت	قوت‌ها	رتبه	امتیاز (۴-۳)	وزن نهایی	ضعف‌ها	رتبه	امتیاز (۲-۱)	وزن نهایی
سبز	۱- عدم آسیب به میکروارگانیسم‌های خاک و اکوسیستم طبیعی	۴	۳/۴۳	۰/۲۴۰	۱- کاهش راندمان کاری ماشین برداشت نیشکر	۱	۱/۰۱	۰/۳۰۶
	۲- ایجاد یک لایه محافظ در سطح خاک توسط پوشال نیشکر و جلوگیری از رشد علف‌های هرز	۱	۳/۹۱	۰/۶۷۴	۲- کاهش میزان راندمان برداشت در حجم وسیع یا نیشکر خوابیده	۲	۱/۱۲	۰/۲۶۹
	۳- اطمینان از استحصال شکر بیشتر به دلیل تازگی نیشکر	۳	۳/۵۶	۰/۳۵۹	۳- افزایش هزینه‌های برداشت به دلیل نگهداری و تعویض تجهیزات و تأمین سوخت ماشین‌ها	۳	۱/۱۷	۰/۲۲۸
	۴- اصلاح بافت خاک و کاهش دمای خاک	۶	۳/۰۹	۰/۰۵۸	۴- افزایش شیوع آفات و بیماری	۵	۱/۴۰	۰/۱۰۵
	۵- حفظ رطوبت خاک و ممانعت از تبخیر آب از سطح خاک	۵	۳/۲۱	۰/۱۰۸	۵- کاهش رشد مجدد راتون و کاهش بازده تولید شکر	۴	۱/۲۵	۰/۱۷۶
	۶- اثر آللوپاتیک پوشال نیشکر	۲	۳/۷۷	۰/۵۰۶				
سوخته	۷- از بین بردن آفات و بیماری‌های مضر	۳	۳/۷۵	۰/۴۸۶	۶- افزایش فرسایش خاک	۵	۱/۶۴	۰/۱۱۴
	۸- کاهش حجم نی‌های انتقالی به کارخانه و کاهش تعداد واحدهای ترابری در مسیرهای حمل نیشکر به کارخانه	۱	۳/۹۸	۰/۵۵۴	۷- انتشار گازهای CO_2، CO، NOx، SOx و ذرات معلق موجود در اتمسفر	۱	۱/۱۵	۰/۲۵۰
	۹- کاهش تخریب و فرسایش جاده‌های عمومی منتهی به کارخانه	۶	۳/۵۲	۰/۱۳۱	۸- کاهش تنوع زیستی موجودات	۴	۱/۴۹	۰/۱۸۳
	۱۰- کاهش مصرف سوخت	۴	۳/۷۰	۰/۳۶۲	۹- افزایش مشکلات سلامتی به خصوص امراض مرتبط با دستگاه تنفسی	۲	۱/۲۰	۰/۲۳۲
	۱۱- کاهش فرسایش مزارع و تجهیزات کارخانه	۲	۳/۸۱	۰/۵۱۰				
	۱۲- کاهش مصرف آب در شستن نیشکر قبل از آسیاب	۷	۳/۳۶	۰/۱۱۵	۱۰- افت استحصال شکر در اثر آتش زدن مزارع و نیز حمل و نقل به کارخانه	۳	۱/۲۶	۰/۲۲۵
	۱۳- کاهش فشردگی خاک به دلیل کاهش تردد ماشین‌ها	۵	۳/۵۹	۰/۱۷۲				
	جمع (IFE)			۴/۲۷۵	جمع (IFE)			۲/۰۸۸
میانگین وزن نهایی نقاط قوت و ضعف								۳/۱۸۱

برای ارزیابی عوامل خارجی از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE) استفاده شد. جدول ۲ ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (نقاط فرصت و تهدید) را نشان می‌دهد. مهم‌ترین فرصت در برداشت سبز نیشکر از دیدگاه

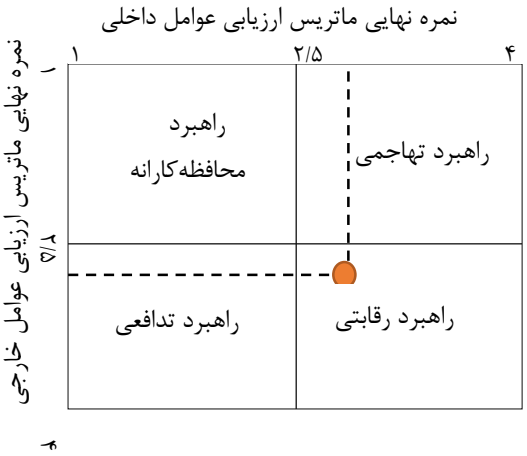
کارشناسان خبره " استفاده از برگ‌های نیشکر به عنوان علوفه" با وزن نهایی۰/۵۴۱ است و مهم‌ترین نقطه تهدید " افزایش احتمال آتش‌سوزی بقایای نیشکر در مزرعه" با وزن نهایی ۰/۶۱۵ است. مهم‌ترین فرصت در برداشت سوخته نیز" کاهش هزینه‌های انرژی در مزرعه و کارخانه" با وزن نهایی۰/۷۴۸ و مهم‌ترین تهدید "اثرات مخرب زیست‌محیطی و تخریب زیستگاه‌های موجودات" با وزن نهایی ۰/۷۰۴ می‌باشد. میانگین وزن نهایی فرصت‌ها و تهدیدها برابر ۲/۶۹۳ بود که این عدد نشان می‌دهد که فرصت‌ها بر تهدیدها غلبه دارد.

جدول ۲- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر

روش برداشت	فرصت‌ها	رتبه	امتیاز (۱-۴)	وزن نهایی	تهدیدها	رتبه	امتیاز (۱-۴)	وزن نهایی
سبز	۱- استفاده از برگ‌های نیشکر به عنوان علوفه	۱	۲/۸۷	۰/۵۴۱	۱- پوشال نیشکر در مناطقی با زهکشی ضعیف یا در شرایط سرد مناسب نیست.	۴	۳/۰۶	۰/۲۵۷
					۲- پوشال ممکن است مشکلاتی را در مدیریت علف‌های هرز، کوددهی و آبیاری ایجاد کند.	۲	۲/۰۵	۰/۵۲۱
	۲- تلاش در جهت خودکفایی ساخت دروگر نیشکر	۲	۱/۶۹	۰/۴۶۲	۳- افزایش احتمال آتش سوزی بقایای نیشکر در مزرعه	۱	۱/۸۴	۰/۶۱۵
					۴- تحریم اقتصادی و عدم امکان واردات دروگر برداشت نیشکر	۳	۲/۴۲	۰/۴۲۱
سوخته	۳- کوتاه شدن فصل برداشت و کاهش هزینه‌های اقتصادی	۲	۳/۴۲	۰/۶۰۸	۵- اثرات مخرب زیست‌محیطی و تخریب زیستگاه‌های موجودات	۱	۱/۱۷	۰/۷۰۴
	۴- کاهش هزینه‌های انرژی در مزرعه و کارخانه	۱	۳/۸۵	۰/۷۴۸	۶- ممانعت سازمان های مربوط به محیط زیست از ادامه کشت و کار نیشکر به دلیل آلودگی زیست‌محیطی بالا	۲	۲/۳۵	۰/۵۱۰
	جمع (EFE)			۲/۳۵۹				۳/۰۲۸
	میانگین وزن نهایی فرصت‌ها و تهدیدها							۲/۶۹۳

پس از شناسایی قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها و پس از این‌که ماتریس‌های EFE و IFE ارزیابی شد، به تحلیل ماتریس عوامل خارجی و داخلی (IE) پرداخته شد. این ماتریس مشخص می‌کند که اولویت با کدام گروه از استراتژی‌ها (SO، WO، ST و WT) است. در ماتریس IFE میانگین نمره نهایی برابر با ۳/۱۸۱ به‌دست آمد. در ماتریس EFE، میانگین نمره نهایی برابر ۲/۶۹۳ به‌دست آمد. ماتریس IE نیز بر اساس همین نتایج تشکیل شد (شکل ۶). ماتریس IE گویای این است که اگر روش‌های برداشت نیشکر در استان خوزستان بخواهد حرکت خود را به سمت یک مدیریت راهبردی آغاز کند، پیاده‌سازی استراتژی رقابتی (ST) باید در اولویت قرار گیرد یعنی با استفاده از نقاط قوت از تهدیدها دوری کرد. با این وجود جهت مقایسه نتایج این پژوهش با سایر پژوهش‌های انجام شده با جستجوهای صورت گرفته توسط نگارنده هیچ گونه مقاله مشابهی که با استفاده از روش تلفیق

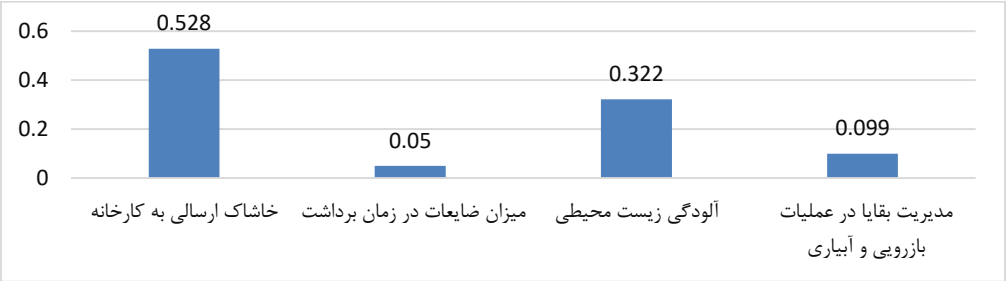
SWOT و AHP در زمینه‌ی روش‌های برداشت نیشکر انجام گرفته باشد، یافت نگردید.



شکل ۶- ماتریس داخلی و خارجی (IE)

۳-۲. مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر با استفاده از AHP

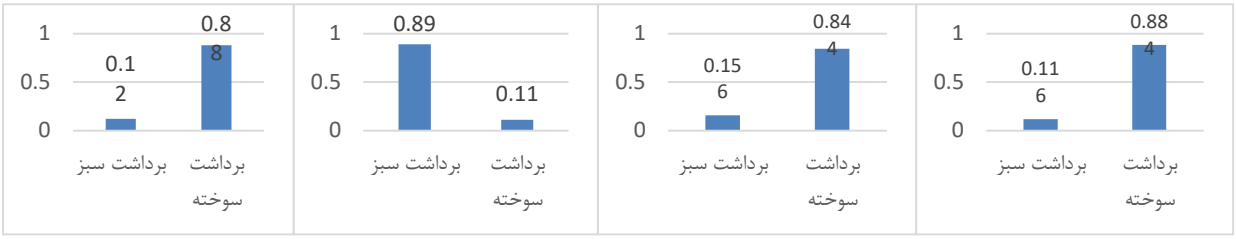
در مرحله اول معیارها به‌صورت زوجی، نسبت به هدف مطالعه (مقایسه روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر) مقایسه گردید. طبق شکل ۷ که نشان‌دهنده مقایسه زوجی معیارها با توجه به هدف تحقیق می‌باشد، معیار میزان خاشاک ارسالی به کارخانه با نسبت ۰/۵۲۸ و معیار میزان ضایعات در زمان برداشت با نسبت ۰/۰۵۰ از بیشترین و کمترین اولویت برخوردار بودند. نرخ ناسازگاری این مقایسه برابر ۰/۰۶ است که نرخ قابل قبولی می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف تحقیق

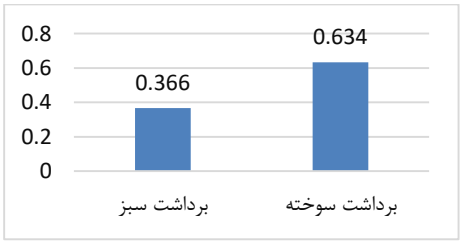
در مرحله دوم، گزینه‌ها با توجه به معیارها مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند. شکل ۸ نیز نشان‌دهنده وزن گزینه‌ها با توجه به معیارها می‌باشند. طبق این نمودارها، برداشت سوخته نیشکر نسبت به معیار میزان خاشاک ارسالی به کارخانه، میزان ضایعات در زمان برداشت و مدیریت بقایا در عملیات بازرویی و آبیاری به‌ترتیب با اوزان نسبی ۰/۸۸۴، ۰/۸۴۴ و ۰/۸۸۰ بیشترین سهم را دارا می‌باشد. همچنین برداشت سبز نیشکر نسبت به معیار آلودگی زیست محیطی با وزن نسبی ۰/۸۹۰ بیشترین سهم را دارد. نرخ ناسازگاری این مقایسات زوجی صفر است که کمتر از ۰/۱ می‌باشند و نرخ قابل قبولی است. بر اساس نتایج حاصل از تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف

پژوهش (شکل ۹)، می‌توان نتیجه گرفت که از بین روش‌های برداشت سبز و سوخته نیشکر در حال حاضر با توجه به امکانات و تجهیزات فعلی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، روش برداشت سوخته با وزن نسبی ۰/۶۳۴ در اولویت می‌باشد.



(d) (c) (b) (a)

شکل ۸- مقایسه گزینه‌ها به‌صورت زوجی با توجه به معیارهای میزان خاشاک ارسالی به کارخانه (a)، میزان ضایعات در زمان برداشت (b)، آلودگی زیست‌محیطی (c) و مدیریت بقایا در عملیات بازرویی و آبیاری (d)



شکل ۹- تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف

۳-۳. میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اثر آتش‌زدن مزارع در برداشت سوخته نیشکر

شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی شامل هفت واحد تولیدی (امام خمینی (ره)، امیرکبیر، سلمان فارسی، دعبل خزاعی، میرزا کوچک خان، حکیم فارابی و دهخدا) هر کدام به وسعت ۱۲ هزار هکتار (شامل ۱۰ هزار هکتار زیر کشت محصول و ۲ هزار هکتار آیش) می‌باشد. سطح سبز تولید نیشکر در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در سال زراعی ۱۳۹۸ معادل ۷۰ هزار هکتار است. بر اساس آنچه که در بخش مواد وروش‌ها شرح داده شد، متوسط میزان تولید پوشال و بقایا در هر هکتار نیشکر تولیدی برابر ۱۸ تن در هکتار فرض می‌شود. بنابراین میزان تولید کل بقایا در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی معادل ۱۲۶۰۰۰۰ تن می‌باشد. از آن‌جا که میزان انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن در اثر سوزاندن پوشال نیشکر برابر ۱/۳۰۳ کیلوگرم به ازای هر یک کیلوگرم پوشال می‌باشد، بنابراین میزان تولید گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن در یک فصل زراعی در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی برابر ۱۶۴۱۷۸۰۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد که مقدار قابل توجهی می‌باشد.

۴. بحث ونتیجه گیری

در جهان امروز و توجهات ویژه به مسائل زیست‌محیطی، تمایل تولیدکنندگان به برداشت سبز نیشکر رو به افزایش است (Cristale *et al.*, 2012; Karkee *et al.*, 2014). از طرفی، بهینه نمودن ناوگان دروگرهای برداشت، جلوگیری از اتلاف انرژی و قند استحصالی در کارخانه، چاره‌اندیشی برای خاشاک باقیمانده در سطح

مزارع، حل مشکلات مربوط به عملیات بازرویی و آبیاری از جمله چالش‌هایی است که برداشت سبز با آن مواجه است. در تحقیقی در کشور اکوادور، حجم زیاد بقایای نیشکر بعد از برداشت یکی از معضلات برداشت سبز شناخته می‌شود (Sandhu *et al.*, 2013). براساس نتایج پژوهش حاضر، مهم‌ترین نقطه قوت در برداشت سبز از دیدگاه کارشناسان خبره "ایجاد یک لایه محافظ در سطح خاک توسط پوشال نیشکر و جلوگیری از رشد علف‌های هرز" است. در تحقیق Kingston و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان داده شد که وجود پوشال نیشکر بر روی سطح خاک باعث کاهش رشد علف‌های هرز می‌شود. همچنین مهم‌ترین نقطه قوت در برداشت سوخته "کاهش حجم نی‌های انتقالی به کارخانه و کاهش تعداد واحدهای ترابری در مسیرهای حمل نیشکر به کارخانه" است. در پژوهشی مشابه که در زمینه‌ی مدیریت بقایای نیشکر در برداشت سبز انجام گرفت، میزان بقایای نیشکر حمل شده به کارخانه در برداشت سبز در مقایسه با برداشت سوخته، ۳۸ درصد افزایش یافت (Núñez and Spaans, 2008). از طرفی، مهم‌ترین ضعف در برداشت سبز نیشکر از دیدگاه کارشناسان خبره " کاهش راندمان کاری ماشین برداشت نیشکر" است. نتایج تحقیقات مشابه نیز نشان داده است که راندمان کاری ماشین برداشت نیشکر در شرایط برداشت سبز تا ۴۳ درصد کاهش یافته است (Núñez and Spaans, 2008). همچنین بر اساس نتایج پژوهش حاضر، مهم‌ترین ضعف در برداشت سوخته نیشکر " انتشار گازهای CO_2، CO، NOx، SOx و ذرات معلق موجود در اتمسفر" است. Alvarez و همکاران (۲۰۱۸) و Cristale و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقاتی مشابه نشان دادند که سطح میانگین غلظت کل ذرات موجود در اتمسفر در طول دوره سوزاندن مزارع نسبت به دوره برداشت سبز از مقدار بیشتری برخوردار بوده است. مهم‌ترین فرصت در برداشت سبز نیشکر از دیدگاه کارشناسان خبره " استفاده از برگ‌های نیشکر به عنوان علوفه" است و مهم‌ترین نقطه تهدید " افزایش احتمال آتش‌سوزی بقایای نیشکر در مزرعه" است. مهم‌ترین فرصت در برداشت سوخته نیز" کاهش هزینه‌های انرژی در مزرعه و کارخانه" و مهم‌ترین تهدید "اثرات مخرب زیست‌محیطی و تخریب زیستگاه‌های موجودات" می‌باشد. تحقیقات انجام شده در برزیل نیز نشان داد که سوزاندن نیشکر قبل از برداشت می‌تواند خطری برای انسان، حیوانات، مناطق شهری و تنوع زیستی محسوب شود (Legender, 2001). همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد میانگین وزن نهایی نقاط قوت و ضعف برابر ۳/۱۸۱ می‌باشد که نمایانگر بالا بودن امتیاز نقاط قوت است و می‌توان از این نقاط قوت جهت رفع نقاط ضعف استفاده نمود. همچنین میانگین وزن نهایی نقاط فرصت و تهدید برابر ۲/۶۹۳ بود (فرصت‌ها با وزن نهایی و نقاط تهدید با وزن نهایی) بود و بیانگر این است که تهدیدهای موجود بیشتر از نقاط فرصت است و باید به گونه‌ای عمل نمود تا با کمک فرصت‌ها بتوان تهدیدها را کاهش داد. نتایج تحقیق Omrani (۲۰۱۵) نیز نشان داد در صنعت تولید نیشکر در استان خوزستان به‌دلیل ضعف توان فنی و ماشینی، شرایط آب و هوایی، محدودیت زمانی، شرایط خاص مزرعه‌ای، نبود فناوری پس از برداشت برای جمع‌آوری و فرآوری بقایای درون مزرعه، برداشت محصول به‌صورت سوخته انجام می‌گیرد. در نهایت با توجه به نتایج تحقیق حاضر و بررسی‌های

انجام شده، برداشت سبز برای اجرایی‌شدن نیازمند مدیریت همه‌جانبه در صنعت تولید نیشکر در استان خوزستان است و با توجه به حجم بالای آلودگی (۱۶۴۱۷۸۰۰۰۰ کیلوگرم دی اکسیدکربن معادل)، صنعت تولید نیشکر در استان خوزستان چاره‌ای جزء حرکت به سمت برداشت سبز ندارد و از آنجایی که برداشت سبز نیازمند سرمایه‌گذاری کلان می‌باشد، در حال حاضر باید از روش‌های توصیه شده برای سوزاندن مجاز نیشکر استفاده گردد. مجموعه اقداماتی که می‌توان در توسعه طرح سوزاندن مجاز انجام داد، شامل، شناسایی مناطق حساس به دود و خاکستر، استفاده از داده‌های مربوط به هواشناسی در روزهای آتش‌زدن مزارع، تعیین روزهایی که درصد آلودگی هوا بالاست و متوقف نمودن آتش‌زدن مزارع در این روزها، تعیین فاصله پراکنش دود و خاکستر و ارزیابی دقیق نتایج سوزاندن مجاز می‌باشد.

References

Alvarez, V. M., Hernández-Rosas, F., Magaña-Reyes, M., Herrera-Murillo, J., Rosa, N. S. L., Gutiérrez-Arzaluz, M., Figueroa-Lara, J. J., González-Cardoso, G., 2018. Sugarcane burning emissions: Characterization and emission factors. Atmospheric Environment 193, 262-272.

Buyanovsky, G. A., Wagner, G.H., 1986. Post-harvest residue input to cropland. Plant Soil 93, 57–65.

Caldeira-Pires, A., Benoist, A., Luz, S. M., Silverio, V. C., Silveira, C. M., Machado, F. S., 2018. Implications of removing straw from soil for bioenergy: An LCA of ethanol production using total sugarcane biomass. Journal of Cleaner Production. 181, 249-259.

Cristale, J, Silva, F. S., Zocolo, G. J., Marchi, M., 2012. Influence of sugarcane burning on indoor/outdoor PAH air pollution in Brazil. Environmental Pollution 169, 210-216.

David, M.E., David, F.R., David, F.R., 2009. The Quantitative Strategic Planning matrix (QSPM) applied to a retail computer store. The Coastal Business Journal 8(1), 42-52.

Franca, D. A., Longo, K. M., Neto, T. G. S., Santos, J. C., Freitas, S. R., Rudorff, B. F., Cortez, E. V., Anselmo, E., Carvalho, J. A., 2012. Pre-harvest sugarcane burning: determination of emission factors through laboratory measurements. Atmosphere 3, 164-180.

Gottfried, O., De Clercq, D., Blair, E., Weng, X., Wang, C., 2018. SWOT-AHP-TOWS analysis of private investment behavior in the Chinese biogas sector. Journal of Cleaner Production. 184, 632-647.

Harouni, S., Sheikh Davoodi, M. J., Kiani Deh Kiani, M., 2018. Prediction of yield and greenhouse gas emissions for sugarcane production in plantations. Journal of Agricultural Machinery 8 (2), 389-401. (In Persian)

Jafari, A., Najafi, A., Panahi, P., 2013. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in Evaluation of Census Methods in Urban Warfare. Iranian Journal of Forests Ecology 1 (1), 72- 87. (In Persian)

Jamali, GH. R., 2015. Internal and Environmental Analysis of Bushehr Port Using Integrated AHP-SWOT Approach. Journal of Oceanography 6 (22), 39-48. (In Persian)

Kajanusa, M., Kangas, J., Kurttila, M., 2004. The use of value focused thinking the AWOT among management. Tourism management 25(4), 499-506.

Kamran, M., Fazal, M. R., Mudassar, M., 2020. Towards empowerment of the renewable energy sector in Pakistan for sustainable energy evolution: SWOT analysis. Renewable Energy 146, 543-558.

Karkee, S. M., Scharf, M., Zhang, Q., 2014. Sugarcane harvester technology: a critical overview. American Society of Agricultural Engineers. 30 (5), 727-739.

Devi, K. G., Vignesh, K., Chozhavendhan, S., 2020. Effective utilization of sugarcane trash for energy production. Technology, Advances, Life Cycle Assessment, and Economics, 259-273.

Khoshnevisan, B., Rafiee, Sh., Omid, M., Yousefi, M., Movahedi, M., 2013. Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. Energy 52, 333-338.

Kingston, G., Donzelli, J. L., Meyer, J. H., Richard, E. P., Seeruttun, S., Torres, J., Antwerpen, R., 2005. Impact of the green cane harvest and production system on the agronomy of sugarcane. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists 25, 521-533.

Legender, B. L., 2001. Prescribed Burns Help the Sugarcane Industry and Reduce Smoke and Ash Problems. Website: com/en/environment/conservation/burn_smoke/sugarcane/.

Luca, E.F., Chaplot, V., Mutema, M., Feller, C., Ferreira, M.L., Cerri, C.C., Couto, H.T.Z., 2018. Effect of conversion from sugarcane preharvest burning to residues green-trashing on SOC stocks and soil fertility status: Results from different soil conditions in Brazil. Geoderma 310, 238-248.

Monajem, S., Ranji, A., Khani, M., Atari, H., Dorosti, H., 2013. Evaluation of Rice Production Methods in Guilan Province Using Analytical Hierarchy Process. Journal of Cereal Research 3 (3), 255-266. (In Persian)

Núñez, O., Spaans, E., 2008. Evaluation of green-cane harvesting and crop management with a trash-blanket. Sugar Tech 10(1), 29-35.

Omrani, A., 2015. Green cane harvesting, challenges and solutions. Eighth National Conference on Sugarcane Technology of Iran. February 27-28, Iranian Sugar-cane Technology Society, Ahvaz. (In Persian)

Rasoolizadeh, A. M., Ziaei, S., 2019. Investigation of Factors Affecting Carbon Dioxide Emission in Selected Countries OECD Using the Data Panel Template. Journal of Natural environment 72 (3), 339-352. (In Persian)

Robertson, F., 2003. Sugarcane trash management: Consequences for soil carbon and nitrogen. Final Report to the CRC of the project Nutrient Cycling in Relation to Trash Management (CRC Activity 2.2.1). CRC Sugar Technical Publication. CRC for Sustainable Sugar Production, Townsville. 39pp.

Sandhu, H. S., R. A. Gilbert, G. Kingston, J. F. Subiros, K. Morgan, R. W. Rice, L. Baucum, J. M. Shine Jr, L. Davis. A. 2013. Effects of sugarcane harvest method on microclimate in Florida and Costa Rica. Agricultural and Forest Meteorology 177, 101-109.

Solangi, Y. A., Nayyar, Q. T., Mirjatb, H., Ali, S. 2019. Evaluating the strategies for sustainable energy planning in Pakistan: An integrated SWOT-AHP and Fuzzy-TOPSIS approach. Journal of Cleaner Production 236, 117655.

Spain, A.V., Hodgan, M.J., 1994. Changes in the composition of sugarcane harvest residues during decomposition as a surface mulch. Biology and Fertility of Soils 17, 225-231.

Viator, R.P., Johnson, R.M., Grimm, C.C., Richard, E.P., 2006. Allelopathic, autotoxic, and hormetic effects of postharvest sugarcane residue. Agronomy Journal 98, 1526-1531.

Wang, Y., Xua, L., Solangi, Y. A., 2020. Strategic renewable energy resources selection for Pakistan: Based on SWOT-Fuzzy AHP approach. Sustainable Cities and Society 52, 101861.

Wiedenfeld, B., 2009. Effects of green harvesting VS burning on soil properties, growth and yield of sugarcane in south TEXAS. Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists 29, 102-109.

Woo Go, A., Conag, A. T., 2019. Utilizing sugarcane leaves/straws as source of bioenergy in the Philippines: A case in the Visayas Region. Renewable Energy 132, 1230-1237.

Yuksel, I., Dagdeviren, M., 2007. Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis a case study for a textile firm. Information Sciences 177(16), 3364-3382.