ارزیابی چرخه حیات در تحقیقات کشاورزی

اشکان جلیلیان |
دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

هدف علوم کشاورزی دستیابی به افزایش کارایی انرژی و اقتصادی تولید محصولات می‌باشد. از این‌رو با اعمال مدیریت صحیح، از نهاده‌های مورد استفاده در بخش کشاورزی به طور اصولی بهره‌برداری شده و از هدر رفت آن‌ها جلوگیری شود. تحلیل انرژی تولیدی و مصرفی و همچنین تأثیر نهاده‌ها و شرایط مختلف بر روابط موجود طی فرآیند تولید برای کلیه محصولات کشاورزی امکان‌پذیر است. مقدار انرژی که در سیستم‌های مختلف تولیدی زراعی مصرف می‌شود، نه تنها به آن محصول بلکه به نوع مواد به کار گرفته شده در تولید آن محصول نیز بستگی دارد؛ به گونه‌ای که نحوه رفتار سیستم‌های مختلف زراعی در به کارگیری نهاده‌ها و منابع انرژی متفاوت بوده و بنابراین در هر سیستم تولیدی کارایی انرژی مختلفی داشته که می‌تواند منجر به ناپایداری کشاورزی گردد.

امروزه یکی از مهم‌ترین بحث‌های مطرح‌شده در توسعه پایدار کشاورزی مقدار انرژی تولیدی به ازای مقدار انرژی مصرفی می‌باشد. هر چه مقدار انرژی تولیدی نسبت به انرژی مصرفی بیشتر باشد، یا به‌عبارت دیگر بهره‌وری انرژی بیشتری داشته باشد، در جهت توسعه پایدار کشاورزی بوده و هر چه این نسبت کوچک‌تر باشد، تخریب محیط‌زیست و ناپایداری اکولوژیکی را نشان می‌دهد.

ارزیابی چرخه زندگی (Life cycle assessment) ابزاری جهت مدیریت محیط‌زیست می‌باشد که می‌تواند در برآورد تأثیر تولید محصول، سیستم و یا هر فعالیتی بر محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد. این ابزار می‌تواند با هدف اولویت‌بندی در انتخاب روش‌ها و حتی نوع محصول تولیدی در جهت کاهش آلایندگی‌ها و آثار مخرب بر محیط‌زیست به کار گرفته شود. با افزایش اهمیت تغییرات اقلیمی در جهان و تلاش در جهت کاهش آلایندگی‌ها، ارزیابی چرخه حیات در بین محققان جهان جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است و درصد قابل توجهی از تحقیقات علمی را به خود اختصاص داده است. در LCA محققان باید با تعریف هدف و محدوده مطالعاتی خود بخشی از فرایند تولید یا اجرای یک سیستم را بررسی نمایند. بررسی این روش نیازمند اطلاعاتی میدانی می‌باشد که با جمع‌آوری اطلاعات به روش مستقیم اجرا می‌شود. جهت جمع‌آوری اطلاعات که در بخش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند، محقق باید تمام نهاده‌های ورودی به یک سیستم را در مراحل پیش از کاشت، داشت و برداشت محصول جمع‌آوری نماید. به طور مثال در سیستم تولید گندم محقق جهت ارزیابی انرژی و اقتصادی و اثرات آن بر محیط‌زیست باید اطلاعات زیر را جمع‌آوری کند:

انرژی‌های ورودی و خروجی مزرعه گندم

Items		Units
Inputs	1. Human labour	h
	2. Machines	kg
	3. Diesel fuel	L
	4. Total fertilizer	
	(a) Nitrogen	kg
	(b) Phosphate (P_2O_5)	kg
	(c) Manure	kg
	5. Biocides	kg
	6. Electricity	kWh
	7. Seed	kg
Outputs	1. Wheat grain yield	kg
	2. Wheat straw yield	kg

(Ghasemi-Mobtaker et al., 2020)

شاخص‌های انرژی و اقتصادی تولید محصول گندم

Indicator	Units	Definition
Energy use efficiency	ratio	$\frac{\text{Energy output (MJ ha}^{-1})}{\text{Energy input (MJ ha}^{-1})}$
Energy productivity	kg MJ^{-1}	$\frac{\text{Wheat grain yield (kg ha}^{-1})}{\text{Energy input (MJ ha}^{-1})}$
Net energy gain	MJ ha^{-1}	Energy output (MJ ha^{-1}) - Energy input (MJ ha^{-1})
Energy intensiveness	MJ \$$^{-1}$	$\frac{\text{Energy input (MJ ha}^{-1})}{\text{Total production costs (\$ ha}^{-1})}$
Net return	\$ ha^{-1}	Total production value (\$ ha^{-1}) - Total production costs(\$ ha^{-1})
Benefit to cost ratio	ratio	$\frac{\text{Total production value (\$ ha}^{-1})}{\text{Total production costs (\$ ha}^{-1})}$
Productivity	kg \$$^{-1}$	$\frac{\text{Wheat grain yield (kg ha}^{-1})}{\text{Total production costs (\$ ha}^{-1})}$

(Ghasemi-Mobtaker et al., 2020)

با جمع‌آوری میدانی این اطلاعات در سیستم تولید گندم و آنالیزهای آن در نرم‌افزار تخصصی Simapro و اکسل می‌توان شاخص‌های جهانی زیست‌محیطی را محاسبه و گزارش کرد. این شاخص‌ها شامل جدول زیر می‌باشد.

می توان فرایند تولید محصول را در یک سیستم به‌طورکلی (مرز سامانه) تصور کرد و تمامی فرآیندهای تولیدی آن را مشاهده کرد. در این روش محقق باید اطلاعات خود را به روش مستقیم از کشاورزان و تولیدکنندگان جمع‌آوری کند و می تواند با شرایط مزرعه و دیگر تحقیقات علمی راستی آزمایی نماید. به طور مثال محقق می‌تواند عملکرد اقتصادی گندم را با توجه به مزارع مورد بررسی نمونه‌برداری کرده و عملکرد را در واحد سطح برآورد کند. همچنین میزان نهاده‌ها و ورودی‌ها به سیستم با توجه به تعداد بالای مزارع مورد بررسی می‌تواند به خوبی بیانگر واقعی سیستم تولید محصول باشد. به طور کلی مرز سامانه در گیاه گندم به شکل زیر می‌باشد که دید کلی به مخاطبین و دیگر محققان می‌دهد.

بخش‌های اثر و نماد و واحد اندازه‌گیری هرکدام از آن‌ها

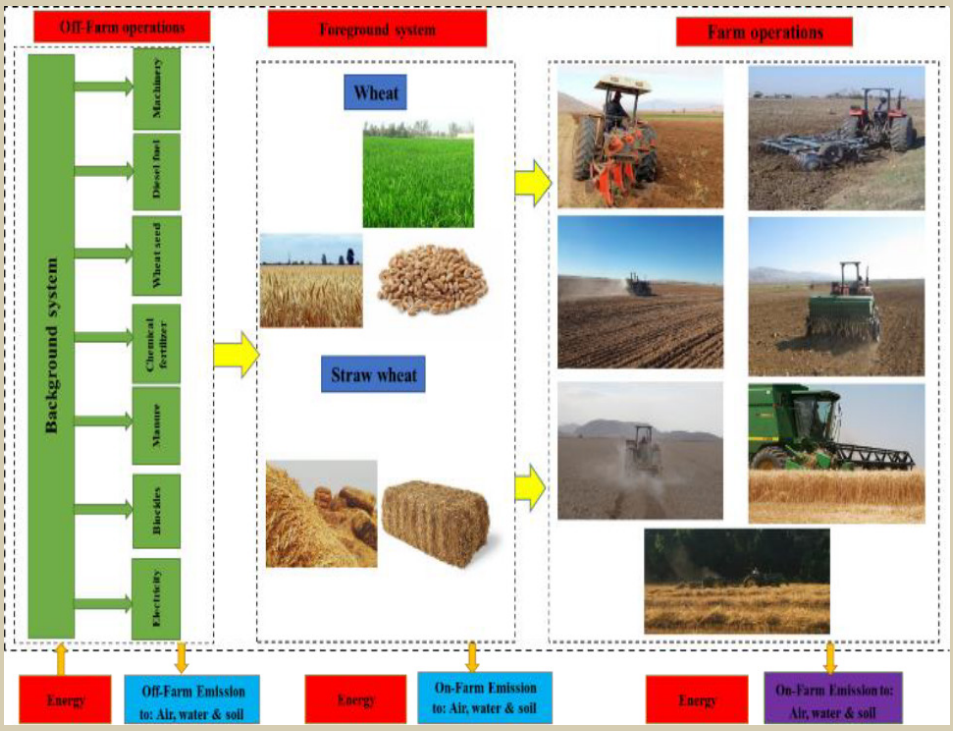
بخش‌های اثر	نماد	واحد اندازه‌گیری
تقلیل مواد غیر آلی	AD	kg Sb eq
اسیدی شدن	AC	kg SO2 eq
اختناق دریاچه‌ای	EU	kg PO43- eq
گرمایش جهانی	GW	kg CO2 eq a
نقصان لایه‌ی ازن	OD	kg CFC-11 eq
مسمومیت انسان‌ها	HT	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت آب‌های سطحی	FAET	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت آب‌های آزاد	MAET	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت خاک	TE	kg 1,4-DCB eq b
اکسیداسیون فتوشیمیایی	PhO	kg C2H4 eq

(Ghasemi-Mobtaker et al., 2020)

لازم به ذکر است روش ارزیابی چرخه حیات (LCA) امروزه در گرایش‌های اکولوژی گیاهان زراعی، اگرواکولوژی و محیط‌زیست مورد استفاده و تحقیق قرار گرفته است، چرا که با توجه به ماهیت رشته‌های اشاره شده، در دانشگاه‌های داخلی و خارجی این موضوع در زمینه اهداف تحقیقاتی قرار گرفته است. به طور مثال دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشگاه شهید بهشتی و ... بر روی این موضوع در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در حال تحقیق می‌باشند. همچنین می‌توان دیگر موضوعاتی که همچون LCA، روش میدانی در اجرای تحقیقات را دارند نیز در گرایش‌های ذکر شده معرفی نمود که امروزه جزء تحقیقات اصلی در دانشگاه تهران و دیگر دانشگاه‌ها می‌باشد. موضوعاتی همچون تعیین الگوی کشت در یک منطقه، ارزیابی خلأ عملکرد محصولات، ردپای اکولوژیک و ... از جمله تحقیقات میدانی دیگری هستند که در گرایش‌های مختلف زراعت و اصلاح نباتات مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

A. On-Farm	
1. Emissions by diesel fuel to air	**2. Emissions by fertilizers to air**
(a). Carbon dioxide (CO_2)	(a). Ammonia (NH_3)
(b). Sulfur dioxide (SO_2)	**3. Emissions by fertilizers to water**
(c). Methane (CH_4)	(a). Nitrate
(d). Benzene	(b). Phosphate
(e). Cadmium (Cd)	**4. Emission by N_2O of fertilizers and soil to air**
(f). Chromium (Cr)	(a). Nitrogen oxides (NOx)
(g). Copper (Cu)	**5. Emission by human labor to air**
(h). Dinitrogen monoxide (N2O)	(a). Carbon dioxide (CO_2)
(i). Nickel (Ni)	**6. Emission by heavy metals of fertilizers to soil**
(j). Zink (Zn)	(a). Cadmium (Cd)
(k). Benzo (a) pyrene	(b). Copper (Cu)
(l). Ammonia (NH_3)	(c). Zink (Zn)
(m). Selenium (Se)	(d). Lead (Pb)
(n). PAH (polycyclic hydrocarbons)	(e). Nickel (Ni)
(o). Hydro carbons (HC, as NMVOC)	(f). Chromium (Cr)
(p). Nitrogen oxides (NOx)	(g). Mercury (Hg)
(q). Carbon monoxide (CO)	
(r). Particulates (b2.5 µm)	

(Ghasemi-Mobtaker et al., 2020)



System boundaries of wheat production in Hamadan province of Iran. (Ghasemi-Mobtaker et al., 2020)

Ghasemi-Mobtaker, H., Kaab, A. and Rafiee, S., 2020. Application of life cycle analysis to assess environmental sustainability of wheat cultivation in the west of Iran. Energy, 193, p.116768.