مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

ISSN 2716-9804 الکترونیکی، ISSN 2717-0632 چاپی

مروری بر ادبیات استراتژی‌های ملی و بین‌المللی اقتصاد زیستی

نوع مقاله: مروری

داریوش رحمتی

عضو هیات علمی بخش کشت بافت و سلول، پژوهشگاه زیست‌فناوری کشاورزی (ABRII)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، البرز، ایران

d.rahmati@abrii.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۷

صفحه ۹۴-۷۹

چکیده

بیش از چهل کشور در سراسر جهان در حال حاضر راهبردهای سیاسی صریحی را برای گسترش و ارتقای اقتصاد زیستی خود دنبال می‌کنند. از قرن ۲۱، کشورهای توسعه یافته توجه فزآینده‌ای به راهبردهای اقتصاد-زیستی داشته‌اند. به‌طور خاص، از زمان گسترش همه‌گیری کرونا، زیست‌فناوری جهانی رو به گسترش بوده و تأثیر رویدادهای بهداشت عمومی و ایمنی زیستی به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. بنابراین راهبردهای اقتصاد زیستی توجه بی‌سابقه‌ای را به خود جلب کرده است. در این مقاله به‌طور خلاصه به چهار مسیر تحولات اقتصاد زیستی اشاره شده است. وسعت تحولات اقتصاد زیستی که در راستای این مسیرها منجر به افزایش پایداری می‌شود به ساختار مکانیسم‌های حکمرانی مؤثر بستگی دارد. بنابراین در این زمینه، چیدمان و مطالعه راهبردهای بین‌المللی اقتصاد زیستی ضروری است. این مقاله به بررسی راهبردهای اقتصاد زیستی ملی و بین‌المللی منتخب و همچنین ویژگی‌های آنها می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد زیستی، ایمنی زیستی، زیست‌فناوری، راهبرد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

مقدمه

مفهوم اقتصاد زیستی(bio-economy) از پژوهش‌های نظری و کاربردی مختلف به‌ویژه در زمینه اقتصاد بوم‌شناختی نشأت می‌گیرد که تغییر به سمت اقتصاد بدون ضایعات، مبتنی‌بر فرآیندهای زیستی و منابع تجدیدپذیر را متصور است (Boulding. 1966; Georgescu-Roegen, 2020; Gowdy and Mesner, 1998). اقتصاد زیستی یک وضعیت اقتصادی است که با اقتصادهای کشاورزی، صنعتی و اطلاعاتی مطابقت دارد. مفهوم اقتصاد زیستی اولین بار در اواخر قرن بیستم مطرح شد. اقتصاد زیستی مبتنی‌بر ایده‌ی به کارگیری اصول و فرآیندهای زیستی در تمام بخش‌های اقتصاد و جایگزینی فزآینده مواد خام مبتنی‌بر فسیل در اقتصاد با منابع و اصول مبتنی‌بر زیست است. استفاده نوآورانه و پایدار از منابع زیستی در بخش‌های مختلف اقتصاد فرصت‌هایی را برای دستیابی به تعدادی از اهداف مختلف توسعه پایدار (sustainable development goals) فراهم می‌کند که برای بهبود شرایط زندگی اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی طراحی شده‌اند. به ویژه، این امر در مورد راه‌حل‌های پایدار برای خطرات فعلی تغییرات آب و هوایی صدق می‌کند (De Besi et al. 2015). اقتصاد زیستی به کانون محبوب راهبردهای سیاستی برای تغییر تحول‌آفرین تبدیل شده است. فرصت‌های مبتنی‌بر دانش و فناوری را برای ارتقای رشد اقتصادی و اجتماعی ارائه می‌دهد و وعده کمک به جدا کردن توسعه اقتصادی از افزایش مصرف منابع و انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارد (Pfau et al.2014). در این راستا در سال ۱۹۹۹، دولت ایالات متحده آمریکا ایده‌ی اقتصاد مبتنی‌بر زیستی را معرفی کرد که با توسعه و ارتقای محصولات مبتنی‌بر زیست و انرژی زیستی مشخص شده بود (Jiang and Yang, 2022). همچنین اتحادیه اروپا و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (economic co-operation and development (OECD) راهبردها و گزارش‌هایی را در مورد اقتصاد زیستی ارائه کردند. در سال ۲۰۰۴، سازمان همکاری اقتصادی و توسعه گزارش "زیست‌فناوری برای رشد و توسعه پایدار" را منتشر کرد. این گزارش اقتصاد زیستی را به‌عنوان شکل اقتصادی که از منابع زیستی تجدیدپذیر، فرآیندهای زیستی کارآمد و خوشه‌های زیست‌محیطی صنعتی برای تولید محصولات زیستی پایدار و ایجاد اشتغال و درآمد استفاده می‌کند توضیح می‌دهد (OECD, 2005). در سال ۲۰۰۵، کمیسیون اروپا چشم‌انداز جدید در اقتصاد زیستی مبتنی‌بر دانش را منتشر کرد که اقتصاد زیستی را به‌عنوان اقتصاد زیستی مبتنی‌بر دانش (knowledge-based bio-economy) معرفی می‌کند (European Commission. 2005).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

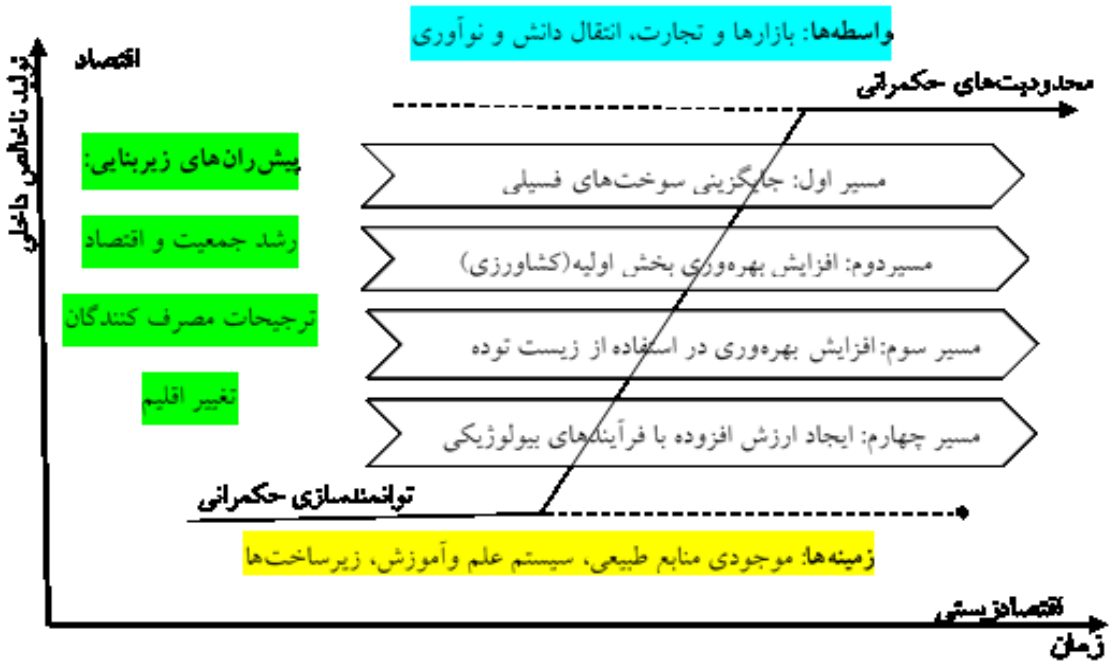
علاوه‌بر آمریکا و اتحادیه اروپا، کشور چین هم از همان ابتدا به اقتصاد زیستی توجه کرده است. در سال ۲۰۰۲، دنگ ژینان (Deng Xin'an)، اقتصاد زیستی را به‌عنوان اقتصادی مبتنی‌بر پژوهش، توسعه و کاربرد علوم زیستی، زیست‌فناوری و بر پایه محصولات و صنایع زیست‌فناوری تعریف کرد (Deng. 2002). ظهور اولیه سیاست‌های اقتصاد زیستی و پژوهش‌های مرتبط، اهمیت آن را برای توسعه پایدار ملی نشان می‌دهد. با توسعه علم و فناوری، زیست‌فناوری جهانی به سرعت در حال توسعه و دستیابی به توسعه نوآورانه است. علاوه‌بر این، در شرایط جدید شیوع بیماری‌های عفونی در سراسر جهان، مانند اپیدمی کرونا، کشورهای جهان توجه زیادی به توسعه و اجرای راهبردهای اقتصاد زیستی دارند. نظرات بسیاری، گاهی متناقض، در مورد پتانسیل پایداری اقتصاد زیستی به‌طور کلی (Pfau et al.2014) و ارتباط آن با اهداف توسعه پایدار به‌طور خاص وجود دارد (Deciancio et al. 2022; Heimann. 2019; Siegel et al. 2022; Von Braun. 2014). در حالیکه نظرات کارشناسان اغلب به خوبی با ادبیات علمی همسو هستند، برخی از جوامع علمی تا حدی به دلیل شکاف بین پژوهش‌ها نظرات متناقضی دارند (Biber-Freudenberger et al. 2018). اگرچه بسیاری از کشورها در سراسر جهان راهبردهای اقتصاد زیستی جامعی را اتخاذ کرده‌اند (Dietz et al. 2018)، اطلاعات کمی در مورد چگونگی اجرای موثر این راهبردها وجود دارد. علاوه‌بر این، شکاف‌ها در حاکمیت جهانی و ملی اقتصاد زیستی بسیار زیاد است و ما فاقد دانش مبتنی‌بر شواهد در مورد نحوه رسیدگی به آنها هستیم. بنابراین، در این شرایط، این مقاله راهبردهای اقتصاد زیستی برخی کشورها را برای بررسی و مطالعه انتخاب کرده تا مرجعی برای توسعه پایدار راهبردهای اقتصاد زیستی آینده ارائه کند.

قبل از پرداختن به راهبردهای منتخب ملی و بین‌المللی لازم است به مفهوم چهار مسیر تحول‌آفرین مبتنی‌بر اقتصاد زیستی پرداخته شود.

اقتصاد زیستی در میان مسیرهای تحول‌آفرین مختلف برای دستیابی به چندین هدف توسعه پایدار در نظر گرفته شده است (Stark et al. 2020). اقتصاد زیستی همچنین با دستور کار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار از طریق "زیست‌شناسی" به‌طور سیستماتیک به اقتصاد مرتبط شده است (Ashukem. 2020; Gawel et al. 2019; Lokko et al. 2018). فرآیندهای تحول‌آفرین را می‌توان با تعامل نیروهای محرک، مانند رشد جمعیت و نوآوری‌های فناوری، یا با کنش سیاسی یا اجتماعی آغاز کرد. بسته به بافت کشور و تعامل آن با سایر اقتصادها، به‌عنوان مثال در قالب

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

تجارت و انتقال دانش، تحول اقتصاد زیستی می تواند در یک یا چند مسیر از چهار مسیر نشان داده شده در نمودار ۱ با اثرات احتمالی متفاوت پیش رود. مسیر و اثرات فرآیندهای دگرگونی اقتصاد زیستی، همانند دیگر جنبه‌ها به سطح توسعه، منابع و سیستم سیاسی یک دولت معین بستگی دارد.



نمودار ۱- مسیرهای تحول در اقتصاد زیستی (Dietz et al. 2018).

مسیر تحول ۱: در گذشته، این مسیر که خیلی زیاد مورد رصد قرار گرفته است، اغلب توسط افزایش موقت قیمت نفت، یارانه‌ها و سیاست‌های زیست‌محیطی آغاز شده است. به‌عنوان مثال، سیاست‌های سوخت زیستی در اتحادیه اروپا و ایالات متحده منجر به افزایش تقاضا برای انرژی زیستی بسته به در دسترس بودن زمین و اثربخشی سیستم‌های حاکمیت محیطی و اقتصادی با اثرات مستقیم و غیرمستقیم در سراسر جهان شده است (Ceddia et al. 2014; Ceddia et al. 2013; Searchinger et al. 2015).

مسیر تحول ۲: اگر نوآوری فناورانه، بهره‌وری را در کشاورزی، جنگل‌داری یا حتی ماهیگیری افزایش دهد، می‌تواند نیروهای دیگری را آزاد کند که روش‌ها یا مکان‌های جدید تولید را باز می‌کند. در گذشته و در سطح جهانی، طبق فرضیه موسوم به بورلاگ (Borlaug) "پدر انقلاب سبز در کشاورزی"، این امر بارها و بارها منجر به تسهیل

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

در بازارهای مواد غذایی علیرغم افزایش رشد جمعیت شده است (Lobell et al. 2013). با اینحال، افزایش بهره‌وری منطقه‌ای و محلی در کشاورزی نیز باعث افزایش تقاضا برای زمین در زیست‌بوم‌های حساس زیست‌محیطی شده است که منجر به از دست دادن خدمات اکوسیستم با ارزش جهانی می‌شود(Angelsen and Kaimowitz, 2001).

مسیر تحول ۳: هدف نوآوری در بخش‌های پایین دستی، افزایش کارایی استفاده از زیست‌توده و بازیافت جریان زباله است. چنین نوآوری می‌تواند با اثرات بازگشتی (rebound effects) همراه باشد، یعنی تقاضا به دلیل بهبود عرضه افزایش می‌یابد. با اینحال، در دراز مدت تأثیر آن به پویایی عرضه، رفتار مصرف‌کننده و محیط نظارتی بستگی دارد (Herring and Roy, 2007; Smeets et al. 2013).

مسیر تحول ۴: اصول و فرآیندهای زیستی را می‌توان تا حد زیادی مستقل از کاربردهای صنعتی جریان‌های زیست‌توده همانند سنتز آنزیمی و شبیه سازی مدل‌ها، سیستم‌ها و عناصر طبیعت به‌منظور حل مسائل پیچیده انسانی (biomimicry) مورد استفاده قرار داد. بسیاری از کشورها با اهداف عالی زیست‌اقتصادی، انتظارات زیادی از این دانش فناورانه (technology-intensive) دارند. فرآیندهای تبدیلی متناظر با این روش تولید، از ارائه روش‌های تولید ارزان‌تر و سازگار با محیط‌زیست با محصولات کاملا جدید استفاده می‌کنند (Pfau et al. 2014).

مروری بر راهبردهای بین‌المللی اقتصاد زیستی

راهبردهای زیست-اقتصادی کشورهای منتخب و سازمان‌های بین‌المللی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- راهبردهای اقتصاد زیستی کشورها یا سازمان‌های بین‌المللی (برگرفته از: مرکز پژهش‌های مجلس، ۱۳۹۶ و Jiang and Yang, 2022).

کشورها و سازمان‌های بین‌المللی	نام برخی راهبردها	زمان راه‌اندازی راهبرد
ایالات متحده آمریکا	توسعه و ترویج محصولات مبتنی‌بر زیست و انرژی زیستی	۱۹۹۹
	تقویت انقلاب اقتصاد زیستی: محصولات مبتنی‌بر زیست و انرژی زیستی	۲۰۰۰
	زیست‌شناسی جدید برای قرن ۲۱: اطمینان از اینکه ایالات متحده انقلاب زیست‌شناسی آینده را رهبری می‌کند.	۲۰۰۹
	شاخص اقتصاد مبتنی‌بر زیست	۲۰۱۱
	طرح اقتصاد زیستی ملی	۲۰۱۲
	برنامه اقدام برای نوآوری زیست‌فناوری گیاهی و جانوری	۲۰۱۸

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

	طرح اقتصاد زیستی: چارچوب اجرایی	۲۰۱۹
کمیسیون اروپا	دیدگاهی جدید در اقتصاد زیستی مبتنی‌بر دانش	۲۰۰۵
	نوآوری برای رشد پایدار: اقتصاد زیستی اروپا	۲۰۱۲
	اقتصاد زیستی پایدار در اروپا: تقویت پیوند بین زیست‌شناسی و اقتصاد، جامعه و محیط زیست	۲۰۱۸
	چشم‌انداز اروپا	۲۰۱۸
	مانیفست صنعت زیست‌فناوری ۲۰۱۹، احیای اهداف عالی زیست‌فناوری اتحادیه اروپا	۲۰۱۹
	دستور کار پژوهش‌های و نوآوری راهبردک (SIRA) ۲۰۳۰ اروپا مبتنی‌بر چرخه‌ی زیستی	۲۰۲۰
	سناریوهای آینده‌نگر برای اقتصاد زیستی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۵۰	۲۰۲۱
آلمان	راهبرد پژوهش‌ها ملی اقتصاد زیستی ۲۰۳۰	۲۰۲۰
	راهبرد ملی اقتصاد زیستی	۲۰۲۰
سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه	زیست‌فناوری برای رشد و توسعه پایدار	۲۰۰۴
ایران	استفاده بیشتر از کمپوست و مبارزه زیستی	قانون برنامه ششم توسعه (۱۳۹۵-۱۳۹۹)
	حمایت از پژوهش و توسعه و تقویت شرکت‌های دانش بنیان	
	توسعه کشت محصولات سالم و محصولات زیستی (ارگانیک)	
	حمایت از تبدیل پسماند به کود یا انرژی به کمک بخش خصوصی و فراهم کردن منابع ارزی و ریالی لازم	
	توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و به کارگیری آنها با تخصیص ۱درصد از اعتبارات طرح‌های توسعه‌ای سالیانه شرکت‌های تابعه وزارت نفت	
	افزایش سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک در تولید برق به ۵ درصد ظرفیت برق کشور تا پایان برنامه	
قانون ایمنی زیستی	کنترل واردات و تولید موجودات زنده تغییر شکل‌یافته	۱۳۸۸
نقشه جامع علمی کشور	توسعه فناوری‌های زیستی و زیست‌محیطی دستیابی به ۳ درصد بازار جهانی	۱۳۸۹

توسعه راهبردهای اقتصاد زیستی در ایالات متحده:

در اوایل سال ۲۰۰۰، دولت فدرال ایالات متحده گزارشی با عنوان تقویت انقلاب اقتصاد زیستی، محصولات مبتنی‌بر زیست و انرژی زیستی منتشر کرد. در سال ۲۰۰۹، شورای ملی پژوهش‌ها (national research council (NRC))

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

زیست‌شناسی جدید برای قرن بیست و یکم با اطمینان از اینکه ایالات متحده انقلاب زیست‌شناسی آینده را رهبری می‌کند، منتشر کرد. در سپتامبر ۲۰۱۱، وزارت کشاورزی ایالات متحده یک گزارش سیاستی در مورد شاخص‌های اقتصاد مبتنی‌بر زیست و در سال ۲۰۱۲، کاخ سفید طرح ملی اقتصاد زیستی را منتشر کرد که پنج هدف راهبردک را برای اقتصاد زیستی تعیین می‌کند. این طرح پیشنهاد می‌کند که اقتصاد زیستی ایالات متحده می‌تواند به‌طور کامل نوآوری‌های فناوری را برای پیشبرد رشد اقتصادی منعکس کند. حوزه های تمرکز اقتصاد زیستی ایالات متحده شامل زمینه‌هایی مانند انرژی زیستی، کشاورزی و مراقبت‌های بهداشتی و ایمنی زیستی انسان است (Von Braun and Birner, 2016).

در سال‌های اخیر، با تغییرات مستمر در محیط اقتصادی و اجتماعی، ایالات متحده به اصلاحات در راهبرد اقتصاد زیستی خود ادامه داده است. در مارس ۲۰۱۹، شورای تحقیق و توسعه زیست‌توده ایالات متحده چارچوب اجرایی طرح اقتصاد زیستی خود را منتشر کرد. این طرح به‌طور کامل تحولات فعلی را ادغام می‌کند و به‌طور مؤثر بر اساس طرح ملی اقتصاد زیستی منتشر شده در سال ۲۰۱۲ به روز و تکمیل شده است. هدف اصلی این پروژه تسریع توسعه اقتصاد زیستی ایالات متحده از طریق افزایش سرمایه‌گذاری دولتی است که به توسعه اقتصادی-اجتماعی به‌طور موثری کمک می‌کند. با تمرکز بر ویرایش ژن، تبدیل زیست‌توده، بازیافت کربن و توسعه زیرساخت های علم و فناوری در عین حال، افزایش شناخت و مشارکت عمومی در پایداری اکولوژیکی است (Biomassboard. 2024). بر این اساس، زیرشاخه های مشخص بیشتری در بخش‌های مختلف در ایالات متحده برنامه‌ریزی شده است. در سال ۲۰۱۸، سازمان غذا و داروی ایالات متحده یک برنامه اقدام برای نوآوری زیست‌فناوری گیاهی و حیوانی منتشر کرد. همچنین آکادمی ملی علوم در همان سال گزارش "پیشرفت‌های علمی در پژوهش‌ها مواد غذایی و کشاورزی تا سال ۲۰۳۰" را گزارش کرد (Dietz et al. 2018). هدف این دو گزارش دستیابی به رهبری در ویرایش ژنوم گیاهی و جانوری و توسعه صنعت سبز بر اساس تضمین کیفیت و ایمنی محصول است.

تحولات اروپا و راهبردهای اقتصاد زیستی

۱. کمیسیون اروپا: کمیسیون اروپا علاقه زیادی به اقتصاد زیستی دارد. اتحادیه اروپا "نوآوری برای رشد پایدار: اقتصاد زیستی اروپا" و "اقتصاد زیستی پایدار در اروپا: تقویت پیوند بین زیست‌شناسی و اقتصاد، جامعه و محیط زیست" را به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸ منتشر کرد (SBE. 2018). همچنین پیشنهاد تقویت صنایع

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

مبتنی‌بر زیست را در سال ۲۰۱۹ برای تسریع بیشتر اجرای راهبرد اقتصاد زیستی اروپا ارائه نمود. در سال ۲۰۱۸، اتحادیه اروپا دور جدیدی از برنامه‌های تحقیق و توسعه نوآورانه، برنامه چشم انداز اروپا (Horizon Europe) را ارائه کرد. این برنامه در نظر دارد نزدیک به ۱۰۰ میلیارد یورو برای تامین مالی چهار جزء؛ پژوهش‌های علمی باز، چالش‌های جهانی و رقابت صنعتی، نوآوری باز و تقویت منطقه پژوهش‌های اروپا در دوره ۲۰۲۷-۲۰۲۱ جمع‌آوری کند. به‌ویژه آنهایی که به‌طور مستقیم با بخش اقتصاد زیستی مرتبط هستند شامل ۷/۷ میلیارد یورو برای سلامت، ۱۵ میلیارد یورو برای تغییرات آب و هوا و انرژی و ۱۰ میلیارد یورو برای غذا و منابع طبیعی است (Ladu and Blind, 2019).

در سال ۲۰۱۹، انجمن زیست‌فناوری اروپا (EuropaBio) برنامه‌ی صنعت زیست‌فناوری ۲۰۱۹ زیست‌فناوری اتحادیه اروپا را منتشر کرد. این اعلامیه از جمله توسعه سیاست‌های نوآوری علمی و توسعه راهبردهای نوآوری زیست‌فناوری را پیشنهاد می‌کند (Biotechnology Industry Manifesto, 2019).

در مارس ۲۰۲۰، اتحادیه صنعت زیستی اتحادیه اروپا پیش‌نویس گزارش برنامه پژوهش‌ها و نوآوری راهبردی (SIRA. 2030) را مبتنی‌بر چرخه‌ی زیست‌محیطی برای اروپای منتشر کرد (Jiang and Yang, 2022). این پیش‌نویس چشم اندازی را برای یک جامعه زیستی در سال ۲۰۵۰ تعیین می‌کند و تغییر به سمت چرخه‌ی اقتصاد زیستی؛ جدا کردن رشد اقتصادی از کاهش منابع و اثرات زیست‌محیطی را دربردارد. در عین حال، پیش‌نویس چالش‌های اصلی و نقشه راه برای دستیابی به این چشم‌انداز و همچنین نقاط عطف و اهداف کلیدی برای سال ۲۰۳۰ را مشخص می‌کند. در ماه مه ۲۰۲۱، کمیسیون اروپا سناریوهای آینده‌نگر را برای اقتصاد زیستی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۵۰ ارائه کرد. این سند یک تحلیل سناریویی از روندهای خنثی و پایدار در اقتصاد زیستی در اروپا و جهان ارائه می‌دهد (Jiang and Yang, 2022).

۲. آلمان: آلمان به‌عنوان مرکز توسعه صنعتی در اروپا، توجه ویژه‌ای به اقتصاد زیستی دارد. در آغاز قرن بیست و یکم، جامعه علم و فناوری آلمان، زیست‌فناوری را یک نیروی محرکه اساسی برای اقتصاد زیستی می‌داند. در سال ۲۰۱۰، دولت فدرال آلمان راهبرد پژوهش‌های ملی اقتصاد زیستی۲۰۳۰را تصویب کرد. هدف اصلی این راهبرد توسعه یک اقتصاد زیستی پایدار و بهبود رقابت ملی از طریق محصولات تجدیدپذیر با ارزش بالا است (Dabbert et al. 2017). در سال ۲۰۱۴، کمیته تخصصی آلمان در اقتصاد زیستی توصیه کرد که پژوهش‌ها در اقتصاد زیستی نیازمند

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

یک رویکرد بین رشته‌ای است و یک سیستم آموزشی نظارتی دوگانه در چارچوب اقتصاد زیستی باید به‌طور کامل در نظر گرفته شود (Pannicke et al. 2015).

در ژانویه ۲۰۲۰، دولت فدرال آلمان یک راهبرد جدید اقتصاد زیستی ملی را منتشر کرد. این راهبرد، دستورالعمل‌ها، اهداف راهبردی و حوزه های اولویت‌دار را برای توسعه آینده اقتصاد زیستی در آلمان ارائه می‌کند. حوزه‌های اولویت شامل پژوهش برای گسترش دانش زیستی، ایجاد نوآوری‌های زیستی از طریق دانش زیستی و تضمین توسعه پایدار از طریق راه‌حل‌های اقتصاد زیستی است (Schütte. 2018).

ایران به‌عنوان کشوری در حال توسعه

همانطوری‌که در جدول (۱) مشاهده می‌شود راهبردهای تعیین شده نه تنها بر توسعه زیست‌فناوری به‌عنوان یکی از اولویت‌های کشور تاکید شده، بلکه کارکرد اقتصادی آن در سطح جهانی نیز مورد توجه قرار گرفته است. چنانچه دستیابی به ۳ درصد از بازار جهانی زیست‌فناوری تا ۱۴۰۴ (بر اساس اهداف نقشه جامع کشور) را می‌توان مصداق بارزی از نقش اقتصاد زیستی در کشور دانست. سند ملی توسعه زیست‌فناوری مصوب هیئت دولت در سال ۱۳۸۳ و سایر مصوبات راهبردی مستخرج از آن، اسناد جامع توسعه زیست‌فناوری و اقتصاد زیستی کشور محسوب می‌شود. علاوه‌بر این، در سیاست‌های کلی بخش‌های مختلف نیز به توسعه فناوری‌های زیستی و حمایت از پژوهش‌ها کاربردی این حوزه اشاره شده است (Asiapacificenergy. 2021). درارتباط با ایمنی زیستی در جدول مذکور باید گفت هدف از ایمنی زیستی جلوگیری از بروز انواع مخاطرات در اثر استفاده از مواد زیستی در مقیاس انبوه است. این مراقبت‌ها بر روی محیط زیست و سلامتی انسان تمرکز دارد. مکانیسم‌های نظارتی ایمنی زیستی شامل ایجاد بازرسی‌های منظم از امکانات آزمایشگاهی، براساس یک راهنما است.

ویژگی‌های اصلی راهبردهای اقتصاد زیستی بین‌المللی

بررسی راهبردهای اقتصاد زیستی ایالات متحده، کمیسیون اروپا و آلمان نشان می‌دهد که هر کشور اهمیت زیادی برای راهبردهای اقتصاد زیستی، به‌ویژه زیست‌فناوری و پایداری قائل است. دنیای امروز در یک مقطع حساس در توسعه اقتصاد زیستی قرار دارد. تسریع در توسعه اقتصاد زیستی مورد توافق کشورهای بزرگ در سراسر جهان است (Cooke. 2007). راه‌اندازی راهبرد بین‌المللی اقتصاد زیستی دارای عوامل اجتماعی خاصی است. سه دلیل اصلی برای پیدایش این وضعیت وجود

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

دارد. یکی از آنها کاهش پنج مشکل جهانی پیش روی توسعه اقتصادی و اجتماعی معاصر است: غذا و تغذیه، مراقبت‌های بهداشتی، تغییرات محیطی، منابع و محیط زیست. دوم دستیابی به تحول سبز و ارتقاء اقتصاد و جامعه و سومین مورد، الزامات فنی مورد نیاز برای توسعه سبز است (El-Chickakli et al. 2017).

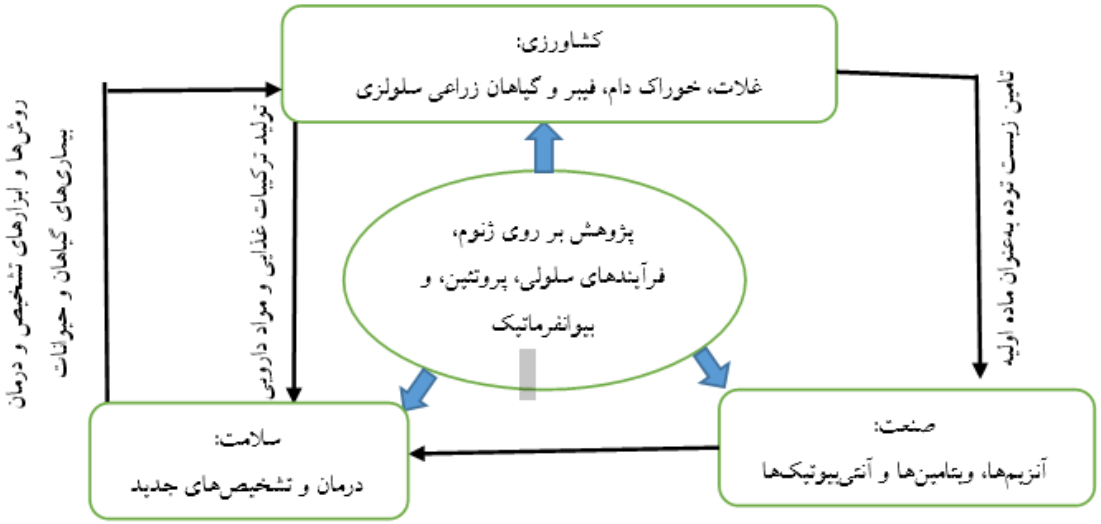
در این سه زمینه اجتماعی مذکور، راهبرد اقتصاد زیستی بین‌المللی دارای ویژگی‌های زیر هستند.

۱. تمرکز بر نوآوری در زیست‌فناوری

توسعه هوش مصنوعی، اینترنت و سایر علوم و فناوری‌ها، «زیست‌فناوری + هوش مصنوعی»، «زیست‌فناوری + اینترنت» و سایر صنایع همگرای نوظهور تغییراتی را در زمینه‌های پزشکی و صنعتی ایجاد کرده‌اند. راهبردهای اقتصاد زیستی کشورها یا سازمان‌های بین‌المللی عموماً مبتنی‌بر دو درک اساسی است: (۱) اقتصاد زیستی در حال رشد است و با نتایج پژوهش‌ها شکل می‌گیرد. (۲) زیست‌توده منبع اساسی است که اقتصاد زیستی را پیش می‌برد (Tobias et al. 2022). بنابراین، کشورها توجه ویژه‌ای به فناوری‌های مرزی مرتبط با توسعه و استفاده از زیست‌توده دارند و بر توسعه فناوری‌های نوظهور و ادغام آنها با فناوری های موجود تمرکز می‌کنند.

علاوه‌بر این، کشورها امیدوارند با توسعه این جنبه‌ها، ظرفیت تولید زیست‌توده پایدار و کارایی اقتصادی را بهبود بخشند. طرح ملی اقتصاد زیستی که توسط ایالات متحده ارائه شده است، یک سیستم فناوری اقتصاد زیستی را نمایندگی می‌کند. این راهبرد پیشنهاد می‌کند که رشد اقتصاد زیستی ایالات متحده مدیون سه فناوری اساسی؛ مهندسی ژنتیک، توالی‌یابی دی.ان.اِ و دستکاری خودکار مولکول‌های زیستی با توان عملیاتی بالا است. علاوه‌بر ایالات متحده، بسیاری از کشورها به نوآوری زیست‌فناوری ابراز علاقه کرده‌اند. به‌عنوان مثال، اتحادیه اروپا برنامه چشم‌انداز را در سال ۲۰۱۸ برای تقویت بودجه برای نوآوری باز در اقتصاد زیستی ارائه کرد. راهبرد اقتصاد زیستی ملی آلمان که در سال ۲۰۲۰ منتشر شده است، ایجاد نوآوری مبتنی‌بر زیست را از طریق دانش زیستی ارائه کرده است. بنابراین، کشورها هنگام توسعه راهبردهای اقتصاد زیستی خود به نوآوری در زیست‌فناوری توجه ویژه‌ای دارند. نمودار (۲) دانش و کاربردهای مختلف زیست‌فناوری در قالب یک نظم یکپارچه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]



نمودار ۲- دانش و کاربردهای مختلف زیست‌فناوری در قالب یک نظم یکپارچه (برگرفته از:OECD).

۲. تمرکز بر توسعه پایدار از نظر اکولوژیکی

با افزایش مفهوم توسعه پایدار، تبدیل از اقتصاد صنعتی سنتی به اقتصاد زیستی نتیجه اجتناب ناپذیر توسعه اجتماعی-اقتصادی است. اقتصاد صنعتی اساساً مبتنی‌بر فرآیندهای شیمیایی بود که از انرژی فسیلی به‌عنوان سوخت یا ماده خام استفاده می‌کردند. با اینحال، این شکل اقتصادی با تغییر منابع و محیط زیست به‌طور فزآینده‌ای ناپایدار شده است. سیستم صنعتی جدید که توسط اقتصاد زیستی شکل گرفته است از فناوری تصفیه زیستی استفاده می‌کند. این فناوری مواد بیوشیمیایی و انرژی زیستی تولید می‌کند و وابستگی به مواد فسیلی را به شدت کاهش می‌دهد (Dabbert et al. 2017).

در نتیجه، استفاده از این فناوری‌ها به پایداری کشاورزی، صنعت، محیط زیست و در کل جامعه انسانی منجر می‌شود (Tobias et al. 2022). توسعه اقتصاد زیستی یک ابتکار اساسی برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Ladu and Blind, 2017; Michael. 2017). بنابراین، کشورها با صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، گذار اقتصادی به اقتصاد سبز و بهبود کیفیت زندگی تمرکز می‌کنند. از آنچه گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که اقتصاد زیستی با پایداری مشخص می‌شود. بنابراین، راهبردهای اقتصاد زیستی معرفی شده توسط کشورها و سازمان‌های ملی، پایداری را نقطه شروع و مقصد توسعه اقتصاد زیستی می‌دانند. علاوه‌بر این، این ویژگی پایداری در سیاست‌های تدوین شده توسط هر کشور منعکس می‌شود. به‌عنوان مثال، در اوایل سال ۲۰۱۲، کمیسیون اروپا پیشنهاد کرد که شرایطی را برای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

توسعه مستمر سیستم‌های بیواکولوژیکی نوآورانه برای اقتصاد زیستی در راهبرد «اقتصاد زیستی برای توسعه پایدار در اروپا: تقویت پیوندهای بین اقتصاد، جامعه و محیط زیست» ایجاد کند (Daitez et al.2018).

در سال ۲۰۱۰، دولت فدرال آلمان (راهبرد پژوهش‌های ملی اقتصاد زیستی، ۲۰۳۰) را تصویب کرد. هدف اصلی این راهبرد توسعه یک اقتصاد زیستی پایدار است. سناریوهای آینده نگری کمیسیون اروپا برای اقتصاد زیستی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۵۰ که در سال ۲۰۲۱ منتشر شد، همچنین ویژگی‌های توسعه پایدار را برجسته می‌کند. این نشان می‌دهد که کشورها هنگام توسعه راهبردهای اقتصاد زیستی به سهم راهبردها در توسعه پایدار توجه ویژه‌ای دارند.

نتیجه‌گیری

این مقاله با چیدمان راهبردهای اقتصاد زیستی کشورهای مختلف و سازمان‌های بین‌المللی و در نظر گرفتن وضعیت توسعه واقعی در جهان امروز، بر این باور است که اقتصاد زیستی از دو جنبه زیر، چشم‌انداز بسیار خوبی دارد.

۱. زیستی‌سازی به جریان اصلی توسعه اقتصادی در عصر آینده تبدیل خواهد شد.

استفاده صنعتی از منابع زیستی مبتنی‌بر علم بیوشیمی است. با پیشرفت علوم زیستی و زیست‌فناوری، کشاورزی به‌عنوان تولیدکننده‌ی زیست‌توده مجددا تعریف می‌شود و محصولات مبتنی‌بر زیست به دلیل قیمت پایین آنها به‌طور عمومی ترویج می‌شوند. همانطوری‌که محصولات اطلاعاتی (IT services) اکنون ارزان و در دسترس هستند و جامعه را به عصر اقتصاد اطلاعات سوق دادند، جامعه اقتصادی انسانی آینده نیز به عصر اقتصاد زیستی وارد خواهد شد. دیجیتالی شدن اکنون به شیوه غالب صنعتی شدن تبدیل شده است. با فرض اینکه صنعت زیست‌توده یکپارچه شده و محصولات مبتنی‌بر زیست در آینده در همه جا حاضر خواهند شد، زیست‌شناسی نیز به تدریج از طریق دگرگونی کشاورزی، صنعت و حتی جامعه اقتصادی سبز جایگزین دیجیتالی شدن می‌شود. به عبارت دیگر، بیوشیمی راه را برای صنعت پنجم (Industry 5.0) باز خواهد کرد.

۲. مراقبت‌های بهداشتی و پزشکی احتمالاً به یک رشته پیشرو در توسعه اقتصاد زیستی تبدیل می‌شود.

در نتیجه همه‌گیری اخیر، مراقبت‌های بهداشتی و پزشکی مبتنی‌بر زیست‌فناوری دارویی بسیار محتمل است که به یک زمینه پیشگام در اقتصاد زیستی تبدیل شود. عملکرد آلمان و سایر کشورهای دارای اقتصاد زیستی توسعه یافته نشان می‌دهد که ذخیره استعدادهای فراوان علوم زیستی، زیست‌فناوری قوی و وسایل پزشکی برای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

پاسخ موثر به همه‌گیری‌های این‌چنینی ضروری است. بهداشت و مراقبت‌های پزشکی موضوع ابدی توسعه اقتصادی و اجتماعی بشر است. در این زمینه، اهمیت مراقبت‌های بهداشتی، از جمله داروهای زیستی، به‌طور فزآینده‌ای در بسیاری از حوزه‌های اقتصاد زیستی همراه با افزایش نگرانی در مورد مسائل بهداشت و درمان در همه‌گیری جهانی کاملاً مشاهده شد. در مواجهه با این وضعیت، به احتمال زیاد، سلامت به یک حوزه پیشرو در اقتصاد زیستی تبدیل خواهد شد. این امر باعث توسعه شتابان تولید زیستی، انرژی زیستی، بیوشیمی و سایر زمینه‌ها خواهد شد.

از بررسی فوق پرواضح است که بسیاری از کشورهای توسعه یافته در سراسر جهان راهبردهای اقتصاد زیستی را با در نظر گرفتن واقعیت‌های خود مطرح کرده‌اند. در آخر باید گفت که امید است این مطالعه به توسعه هر چه بیشتر راهبردهای اقتصاد زیستی در ایران مساعدت کند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

References فهرست منابع

Angelsen A and Kaimowitz D. 2001. Agricultural technologies and tropical deforestation; CABI publishing inassociation with center for international forestry research (CIFOR): New York, NY, USA, ISBN: 0851994512.

Ashukem JCN. 2020. The SDGs and the bio-economy: fostering land-grabbing in Africa Rev. Afr. Polit. Economy. 47 (164): 275-290.

Asiapacificenergy. 2021. IRAN (ISLAMIC REPUBLIC OF): Law on the Sixth Five-Year Economic, Cultural and Social Development Plan for 1396-1400 - Sixth Five-Year Development Plan (2016-2021). https://policy.asiapacificenergy.org/node/3671.

Biber-Freudenberger L, Basukala AK, Bruckner M, Börner J. 2018. Sustainability performance of national bio-economies sustainability. MDPI. 10 (8): 1-20.

Biomassboard. 2024. The Biomass Research and Development (BR&D) Board. https://biomassboard.gov/ pdfs.

Ceddia MG, Bardsley NO, Gomez-y-Paloma S, Sedlacek S. 2014. Governance, agricultural intensification, and land sparing in tropical South America. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 110: 7242–7247.

Ceddia MG, Sedlacek S, Bardsley NO, Gomez-y-Paloma S. 2013. Sustainable agricultural intensification orJevons paradox? The role of public governance in tropical South America. Glob. Environ. Chang. 23:1052–1063.

Cooke P. 2007. Growth Cultures: The global bioeconomy and its bioregions; Routledge: London, UK, ISBN 978-0-415-39223-5.

Davis S, Meyer C. 2000. What will replace the tech economy? MDPI. 22; 155(21): 76-7. PMID: 11765521.

Dabbert S, Lewandowski I, Weiss J, Pyka A. 2017. Knowledge-driven developments in the bioeconomy: Technological and Economic Perspectives; Springer: Berlin, Germany. 121-125.

Deciancio M, Siegel KM, Kefeli DG, Queiroz-Stein T, Dietz M, Deciancio P, Nemiña D. 2022. The politics of bioeconomy and sustainable development handbook on the politics of international development. https://link.springer.com/pdf/. 329-345.

Deng XA. 2002. Bioeconomy era and new agricultural system. China Science andTechnology Forum. (02):16-20.

Dietz T, Börner J, Janosch Förster J, von Braun J. 2018. Governance of the bioeconomy: A global comparative study of national bioeconomy strategies. http://www.mdpi.com/journal/sustainability.

El-Chickakli B, von Braun J, Barben D, Philp J. 2017. Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. Nature. 535: 221–223.

European Commission. 2005. New perspectives on the knowledge-based bio-economy. Brussels, DG Research.

Gawel E, Pannicke N, Hagemann N. 2019. A path transition towards a bioeconomy-the crucial role of sustainability. 11 (11): p. 3005.

Heimann T. 2019. Bioeconomy and SDGs: does the bioeconomy support the achievement of the SDGs? Earth's Future. 7 (1): 43-57.

Herring H and Roy R. 2007. Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect. Technovation. 27: 194–203 .

Jiang TH, and Yang M. 2022. A literature review of international bioeconomy strategies. Open Journal of Biological Sciences. P: 24-28.

Ladu L and Blind K. 2017. Overview of policies, standards and certifications supporting the European bio-based economy. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 8. doi:10.1016/j.cogsc.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

Lobell DB, Baldos ULC, Hertel TW. 2013. Climate adaptation as mitigation. The case of agriculturalinvestments. Environ. Res. Lett. 8: 1–12.

Lokko Y, Heijde M, Schebesta K, Scholtès P, Van Montagu M, Giacca M. 2018. Biotechnology and the bioeconomy—towards inclusive and sustainable industrial development. New Biotechnol. 40: 5-10.

Michael C. 2017. Biobased economy and climate change—important. Links, pitfalls, and opportunities. Industrial Biotechnology. 13(2). doi:10.1089/ind.29073.mca.

OECD. 2005. Biotechnology for sustainable growth and development. A report from that workshop, produced, concluded there is much to be done to improve the policy signals for innovators to encourage them to bring products that address such diseases to the market.

Pfau S, Hagens J, Dankbaar B, Smits A. 2014. Visions of sustainability in bioeconomy research. Sustainability. 6: 1222–1249.

SBE (A Sustainable Bioeconomy for Europe). 2018. Strengthening the connection between economy, society and the environment. A Sustainable Bioeconomy for Europe. https: //ec. Europa. eu / research /bioeconomy / pdf / ec_ bioeconomy_ strategy_. pdf#view = fit&page-mode = none.https://ec.europa.eu /info/node/71880.

Searchinger T, Edwards R, Mulligan D, Heimlich R, Plevin R. 2015. Do biofuel policies seek to cut emissions bycutting food? Science. 347: 1420–1422.

Schütte G. 2018. What kind of innovation policy does the bioeconomy need? N Biotechnol. 25; 40 (Pt A):82-86. doi: 10.1016/j.nbt.04.003. Ep.

Siegel KM, Deciancio M, Kefeli D, Queiroz-Stein G, Dietz T. 2022. Fostering transitions towards sustainability? The politics of bioeconomy development in Argentina, Uruguay, and Brazil Bull. Latin Am. Res.

Smeets E, Tabeau A, van Berkum S, Moorad J, van Meijl H, Woltjer G. 2013. The impact of the rebound effect of the use of first generation biofuels in the EU on greenhouse gas emissions: A critical review. Renew. Sustain. Energy Rev. 38: 393–403.

Stark S, Biber-Freudenberger L, Dietz T, Escobara N, Förster JJ, Henderson J, Laibach N, Börner J. 2020. Sustainability implications of alternative transformation pathways for the bioeconomy: an interdisciplinary conceptual framework Sustain. Prod. Consum. 29: 215-227.

Tobias S, Eva L, Astrid Z. 2022. How national bioeconomy strategies address governance challenges arising from forest-related trade-offs. Journal of Environmental Policy & Planning. 24(1). doi:10.1080152390

Von Braun J, Birner R. 2016. Designing global governance for agricultural development and food and nutrition security. Rev. Dev. Econ. 21.

Von Braun J. 2014. Bioeconomy and sustainable development – dimensions rural. The International Journal for Rural Development. 21:6-9.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

A Review of the Literature of National and International Bio-Economic Strategies

Dariush Rahmati

Department of Tissue and Cell Culture, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

d.rahmati@abrii.ac.ir

Abstract

More than forty states worldwide currently pursue explicit political strategies to expand and promote their bioeconomies. Since the 21st century, developed countries have paid increasing attention to bioeconomy strategies. In particular, since the spread of the new crown pneumonia epidemic, global biotechnology has been expanding, and the impact of public health and biosafety events has increased significantly. Therefore, bio-economic strategies have attracted unprecedented attention. In this article, four paths of bioeconomy developments are briefly mentioned. The extent of bio-economic developments that lead to increased sustainability along these lines depends on the structure of effective governance mechanisms. In this context, it is necessary to arrange and study international bioeconomy strategies. This article examines selected national and international bioeconomy strategies as well as their characteristics.

Keywords: Bioeconomy, Biotechnology, Biosafety, Strategies.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]