مرکز ملی فضای مجازی
پژوهشگاه فضای مجازی

گزارش سریع
چهل و دوم

توصیه های مهم جهت استفاده از دیجیتالی شدن در راستای حفاظت از محیط زیست

Important Recommendations on Using Digitalisation for Environmental Protection

گزارش سریع

گزارش شماره ۴۲
مرداد ۱۴۰۱

مرکز ملی فضای مجازی
پژوهشگاه فضای مجازی

توصیه های مهم جهت استفاده از دیجیتالی شدن در راستای حفاظت از محیط زیست

(گزارش نشست پایداری محیط زیست و تغییرات آب و هوایی IGF ۲۰۲۱)

گزارش سریع که با عنوان Rapid Report شناخته می‌شود، نوعی گزارش کوتاه است که صرفاً برای اطلاع کلی از موضوع یا پدیده‌ای خاص در بازه زمانی محدود تهیه می‌شود. هدف عمده چنین گزارش‌هایی ایجاد تصویری اجمالی برای آشنایی ابتدایی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در موضوعات مورد علاقه آنان است.

تهیه شده در پژوهشگاه فضای مجازی
(گروه مطالعات حقوقی و مقرراتی فضای مجازی)

تهیه‌کننده: فاطمه بیگلری قوچان عتیق
(کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد)
دکتر محمد کمکی
(دکتری بیماری شناسی گیاهی، مالزی)
ناظر علمی: دکتر مهتاب صفری شاد
مهدی عرب زاده یکتا
دانشجوی دکتری خط‌مشی گذاری عمومی دانشگاه تهران

حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مرکز ملی فضای مجازی است و استفاده از مطالب آن صرفا با ذکر ماخذ بلامانع است.

نشانی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بیهقی، نبش خیابان ۱۶غربی، پلاک ۲۰
تلفن: ۸۶۱۲۱۰۶۱-۰۲۱
کد پستی: ۱۵۱۵۶۷۴۳۱۱

فهرست

چکیده ۷

(بخش اول) مروری اجمالی بر نظرات سخنرانان IGF ۲۰۲۱ – مبحث پایداری محیط زیست و تغییرات آب و هوایی ۱۱

کارگاه تأثیر داده‌های زیست محیطی بر پایداری و حکمرانی اینترنت ۱۴

کارگاه تأثیر دیجیتالی شدن در تغییرات آب‌وهوایی ۱۶

کارگاه مصرف پایدار در تجارت الکترونیکی ۱۸

(بخش دوم) ترجمه سند ۱۹

Recommendations on Using Digitalisation for Our Common Future

مقدمه سند: ۲۳

دامنه و اصطلاحات ۲۶

رقومی سازی ۲۷

دیجیتالی شدن ۲۷

تحول دیجیتال ۲۸

دیجیتالی شدن، محیط زیست و پایداری ۲۸

نکاتی در مورد پایداری ۲۹

سیاست‌گذاری زیست محیطی ، ذینفعان و حکمرانی ۳۳

نکاتی در مورد سهامداران و حکمرانی ۳۶

مروری بر فرصت‌ها و ریسک‌ها ۴۰

روندهای دیجیتالی شدن ۴۰
فرصت‌ها و خطرات دیجیتال‌سازی برای محیط زیست ۴۳
فرصت‌ها ۴۳
پایش محیط زیست و ارائه داده‌های زیست محیطی ۴۳
کشاورزی هوشمند ۴۴
اقتصاد دورانی ۴۵
بهره وری انرژی و تحول در بخش الکتریسیته ۴۶
ریسک‌ها ۴۸
اندازه‌گیری تأثیر زیست محیطی دنیای دیجیتال ۴۸
بهره‌برداری از مواد معدنی حیاتی ۵۱
ضرر ناشی از پایان عمر منابع و زباله‌های الکترونیکی ۵۳
اثرات بازگشتی ۵۴
داده‌های زیست محیطی ۵۶
توصیه‌های سیاستی شماره۱ ۶۱
توصیه‌های سیاستی شماره۲ ۶۳
توصیه‌های سیاستی شماره۳ ۷۰
جهت‌گیری‌ها و مثال‌هایی از آینده ۷۶
گذرنامه دیجیتالی محصولات ۷۶
امنیت آب و غذایی ۷۷
حفاظت از تنوع زیستی ۷۷
سلامتی و رفاه انسان ۷۸
خلاصه بخش داده‌های زیست محیطی ۷۸
سیستم‌های آب و غذایی ۷۹
سیستم‌های آب و غذایی و محیط زیست ۸۱
سیستم‌های آب و غذایی و دیجیتالی شدن ۸۳
توصیه‌های سیاستی۱ ۸۵
توصیه‌های سیاستی۲ ۸۷
توصیه‌های سیاستی۳ ۸۸

توصیه‌های سیاستی۴ ۹۱
توصیه‌های سیاستی۵ ۹۵
خلاصه بخش سیستم‌های آب و غذایی ۹۸

شفافیت زنجیره تأمین و دورانی بودن ۱۰۰
اقتصاد دورانی ۱۰۴
توصیه‌های سیاستی۱ ۱۰۶
توصیه‌های سیاستی۲ ۱۰۹
توصیه‌های سیاستی۳ ۱۱۲
توصیه‌های سیاستی۴ ۱۱۵
خلاصه بخش اقتصاد چرخشی ۱۱۸

مسائل فراگیر ۱۱۹
منافع رقابتی ۱۲۰
مشارکت و اعتماد ۱۲۳
تخصیص منابع ۱۳۲
ارزش‌گذاری محیط زیست ۱۳۳
اولویت‌بندی منابع ۱۳۴
کار آیی، هماهنگی و همکاری ۱۳۵
دسترسی به منابع ۱۳۶
قابلیت همکاری فناوری و استانداردها ۱۳۸
ظرفیت سازی ۱۴۱
توصیه‌هایی در مورد مسائل فراگیر ۱۴۴
توصیه‌های سیاستی۱ ۱۴۵
توصیه‌های سیاستی۲ ۱۴۵
توصیه‌های سیاستی۳ ۱۴۷
نتیجه گیری ۱۴۸
منابع ۱۵۵

چکیده

چکیده

مبحث پایداری محیط زیست و تغییرات آب و هوایی به‌عنوان یکی از حوزه‌های نوظهور در شانزدهمین نشست سالانه مجمع حکمرانی اینترنت (IGF2021) مطرح گردید. از جمله نکات کلیدی مطرح شده در این نشست چگونگی اتخاذ فناوری‌های دیجیتال به گونه‌ای موثر به جهت حفاظت از محیط زیست بود. راه‌اندازی شبکه سیاست‌گذاری محیط زیست (PNE) را می‌توان از جمله جسورانه‌ترین اقدام IGF در این زمینه طی سال جاری برشمرد و شانزدهمین نشست به‌عنوان فرصتی برای ارائه سند تهیه شده توسط اعضای این شبکه مورد استفاده قرار گرفت. گزارش پیش رو حاصل نظرات و توصیه‌های متخصصین شرکت کننده در نشست IGF2021 و ترجمه سند Recommendations on Using Digitalisation for Our Common Future، ارائه شده توسط شبکه سیاست‌گذاری محیط زیست، است. یافته‌های این گزارش، همه ذینفعان را تشویق می‌نماید تا در مورد اقداماتی که می‌توانند از توصیه‌های سیاستی اشاره شده در این گزارش جهت اجرایی شدن استخراج نمایند، تفکر نمایند.

واژگان کلیدی: حکمرانی اینترنت، دیجیتالی شدن، تحول دیجیتال، محیط زیست

بخش اول

مروری اجمالی بر نظرات سخنرانان IGF ۲۰۲۱
مبحث پایداری محیط زیست
وتغییرات آب وهوایی

بخش اول

مروری اجمالی بر نظرات سخنرانان IGF 2021 مبحث پایداری محیط زیست و تغییرات آب و هوایی

مبحث پایداری محیط زیست و تغییرات آب‌وهوایی به‌عنوان یکی از حوزه‌های نوظهور در شانزدهمین نشست سالانه مجمع حکمرانی اینترنت (IGF 2021) که تحت عنوان «اینترنت یکپارچه» در بازه ی زمانی ۶ تا ۱۰ دسامبر در کاتوویتس لهستان برگزار شد، مطرح گردید. ازجمله نکات کلیدی مطرح شده در این نشست چگونگی پایدار نمودن فناوری دیجیتال و افزایش کارآمدی انرژی و نحوه استفاده از فناوری دیجیتال جهت نظارت بر تغییرات محیط زیست بود. در ادامه به بررسی نظرات سخنرانان این نشست می‌پردازیم:

کارگاه تأثیر داده‌های زیست محیطی بر پایداری و حکمرانی اینترنت

این کارگاه بلافاصله پس از سخنرانی اعضای شبکه خط‌مشی IGF در مورد محیط زیست (PNE[1])، دنبال شد. تمرکز اصلی این کارگاه بر تأثیر دنیای دیجیتال بر محیط زیست و بالعکس استوار بود. فناوری‌های وابسته به اینترنت بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی روزمره انسان‌ها به‌ویژه در دوره ی ظهور پاندمیک هستند. مسائلی مانند مصرف انرژی و تأثیرات آب‌وهوایی، انعطاف‌پذیری زیرساخت‌ها، بالا آمدن سطح آب

1. The Policy Network on Environment

دریاهـا، زنجیـره تأمیـن گسـترده و پیچیـده، اسـتفاده از منابـع آب، زمیـن، تولیـد پسـماند (زبالـه الکترونیکـی، آلودگـی، و..) و ...، برخـی از مـوارد تلاقـی محیـط زیسـت و دیجیتـال هسـتند. در ایـن راسـتا، فناوری‌هـای دیجیتـال می‌تواننـد در مقابلـه مؤثـر بـا مسـائل و مشـکلات زیسـت محیطـی از اهمیـت ویـژه‌ای برخـوردار باشـند، بنابرایـن علیرغـم نیـاز بـه توسـعه پایـداری فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات، تأثیـر آن‌هـا بـر تلاش‌هـای بشـر بـه منظـور حـل بحران‌هـای زیسـت محیطـی را نمی‌تـوان نادیـده گرفـت. به‌عنـوان مثـال جمـع‌آوری و آنالیـز داده‌هـا می‌توانـد بـه جهـت پیش‌بینی‌هـای آب‌وهوایـی، زمـان دقیـق کشـت، و... مفیـد واقـع شـوند. بـا دسترسـی آزاد بـه داده‌هـا، پروژه‌هـای کوچـک و غیرمتمرکـز بـه جهـت محلـی سـازی بررسـی اثـرات زیسـت محیطـی بیشـتر مـورد توجـه قـرار خواهـد گرفـت کـه ایـن موضـوع بـه کشـاورزان در افزایـش ظرفیـت و تـاب‌آوری خـود کمـک خواهـد نمـود. بـا ایـن حـال ضـروری اسـت در نظـر بگیریـم داده‌هـای زیسـت محیطـی نمی‌تواننـد صرفـاً به‌عنـوان یـک نـوش دارو در نظـر گرفتـه شـوند. افزایـش تولیـد داده خـود مشـکلاتی را در پـی خواهـد داشـت. ذخیـره حجـم بـالای اطلاعـات، بـه سـرور و تولیـد تعـداد بی‌شـماری ICT نیـاز دارد کـه خـود باعـث تولیـد بسـیار بالایـی زبالـه ی الکترونیکـی خواهـد شـد. بنابرایـن جمـع‌آوری داده نیازمنـد یـک حکمرانـی خـوب اسـت.

کارگاه تأثیر دیجیتالی شدن بر تغییرات آب‌وهوایی

مطالعـه ECO INTERNET INDEX توسـط DOTASIA بـه تشـبیه ردپـای کربـن فعالیت‌هـای اینترنـت بـه تعـداد درختانـی قطع شـده با تماشـای

ویدیوهای آنلاین می‌پردازد. کاربران باید نسبت به میزان کربن آگاه‌تر شوند و درک نمایند که استفاده از اینترنت اثرات زیست محیطی به دنبال دارد. با این حال دستورالعمل‌های سیاستی می‌تواند حرکت به سوی اتخاذ انرژی پاک را در زیرساخت شبکه تشویق نماید. در همین راستا مطالعه ی دیگری از سوی مرکز مطالعات انرژی آسیایی[1] بر انتقال انرژی هوشمند با توسعه شبکه‌های هوشمند به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های امیدوارکننده در پاسخ به تغییرات آب‌وهوایی، تاکید دارد. یک شبکه هوشمند، فناوری اطلاعات و ارتباطات را در سیستم‌های انرژی متعارف ادغام می‌کند. در سمت تقاضا، مدیریت این بخش می‌تواند حسگرهای هوشمندی را در خانه نصب کند تا با استفاده از یک اپلیکیشن، مصرف انرژی را در زمان واقعی نظارت نماید و زمان مصرف انرژی را از زمان اوج مصرف به زمان خاموشی تغییر دهد. در بخش عرضه نیز یک اپلیکیشن می‌تواند سیستم‌های انرژی مرکزی متعارف را از طریق افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی نصب شده بر روی پشت‌بام، غیرمتمرکز نماید. با این حال، در زمان استفاده از یک شبکه هوشمند، موضوع اعتماد به داده‌ها، از موضوعات ضروری است. لذا لازم است موضوعاتی مانند: چه داده‌هایی نگهداری می‌شوند، چگونه ذخیره می‌شوند و چه کسی می‌تواند به آن دسترسی داشته باشد، مورد تامل قرار گیرند. مسائل مربوط به حریم خصوصی کنتورهای هوشمند نیز از جمله مسائل بسیار جدی و مهم است که دولت‌ها می بایست به آن‌ها رسیدگی نمایند. اتحاد برای اینترنت مقرون‌به‌صرفه[2] (A4AI[3]) طرح ملی پهنای باند برای ۷۰ کشور را به منظور درک مسائل ICT و مسائل محیط زیستی اینترنت تجزیه و تحلیل کرده است.

1. Asian Energy Study Center

۲.ابتکاری برای مقرون به صرفه تر کردن اینترنت برای مردم در سراسر (A4AI) اتحاد برای اینترنت مقرون به صرفه جهان است. بنیاد شبکه جهانی وب به عنوان دبیرخانه فعالیت می کند و اعضای اصلی ائتلاف شامل گوگل ، شبکه امیدیار دپارتمان توسعه بین المللی UN Women ، Microsoft ، Intel ، Cisco ، Facebook ، USAID و بسیاری دیگر از بخشهای عمومی ، خصوصی و جامعه مدنی

3.Alliance for Affordable Internet (A4AI)

در کشـورهای متصـل بـه هـم[1]، انرژی بـرق قابل توجهـی در مناطق روسـتایی و دور افتـاده بـه منظـور افزایش دسترسـی مصرف می‌شـود. جهان در پـی افزایش تـلاش خـود جهـت اتصـال میلیاردهـا نفـر بعدی بـه اینترنـت باید تمرکـز خود را بـر دسترسـی پایـدار اسـتوار نمایـد. اقداماتـی همچـون بـه اشـتراک‌گذاری شـبکه‌ها و زیرسـاخت‌ها نیـز می‌توانـد بـه کاهـش ردپـای کربـن نقـش کمـک کننـده ایفـا نمایـد. در حـال حاضـر سیاسـت‌گذاران بایـد تصمیماتـی اتخـاذ نمـوده یـا اقداماتـی پایـه گـذاری نماینـد یـا آرزو کننـد کـه ای‌کاش پنـج سـال پیـش دسـت بـه اقـدام زده بودننـد، زیـرا مقـرون بـه صرفـه تریـن راه جهـت کاهـش ردپـای کربـن اینترنـت ایـن اسـت کـه اقدامـات را هـر چـه زودتـر بـه مرحلـه ی انجـام برسـانند نـه دیرتـر. بـه همیـن ترتیـب در ادامه مطـرح گردید کـه نشسـت‌های IGF بایـد شـامل بحث‌هـای بیشـتری در مـورد تغییـرات آب‌وهوایـی و اینترنـت باشـند. پروژه‌هایـی ماننـد مطالعـه ی ECO می‌توانـد به یـک چارچـوب تبدیـل شـده کـه توانایی تعمیـم در مـورد سـایر کشـورها را دارا مـی باشـد. همکاری‌ها همچنیـن امکان شـفاف سـازی و استانداردسـازی داده‌ها را امکان‌پذیـر می‌سـازند کـه منجـر بـه تجزیه‌وتحلیـل قوی‌تـر می‌شـوند. از ایـن رو اشـتراک‌گذاری بهتـر ظرفیـت شـبکه و داده‌هـا رویکـردی مؤثـر اسـت.

کارگاه مصرف پایدار در تجارت الکترونیکی

ازآنجایی‌کـه خریـد آنلایـن و بازارهـای آنلایـن در طـول همه‌گیـری COVID-19، اهمیـت بیشـتری پیـدا کـرده انـد. ایـن پانـل بـه بررسـی همگرایـی گـذار دیجیتـال و گـذار سـبز پرداخـت . در ایـن پانـل عنـوان شـد، مصـرف پایـدار مسـتلزم آن اسـت کـه مصـرف کننـدگان عـادات خریـد خـود را بـا ارزش‌هـای خـود هماهنـگ کننـد. جـذاب کـردن گـذار سـبز بـرای

1. Interconnected countries

مصرف کنندگان و کسب‌وکارها به منظور دستیابی به هدف توسعه اقتصادی پایدار ضروری است. مطمئناً تجارت الکترونیک به کاهش هزینه‌ها و افزایش راحتی کمک کرده است اما شایان ذکر است که این مزایا منجر به مصرف گرایی بیش از حد می‌شود. علاوه بر این، تجارت الکترونیک انرژی بیشتری نسبت به تجارت سنتی مصرف می‌کند. از طرفی توجه به پیامدهای زیست محیطی و زباله‌ها از موضوعات اساسی است. مشکل دیگر هم بازگشت محصول است. بازگشت بر ردپای کربن محصولات افزوده می‌کند. برخی از شرکت‌ها از سیاست بازگشت رایگان به‌عنوان انگیزه‌ای جهت خرید بیشتر مصرف کنندگان استفاده می‌کنند. همچنین سبزشویی منجر به سردرگمی قابل توجهی برای مصرف کنندگان می‌شود. بنابراین هنگامی‌که مصرف کنندگان از مسائل خاصی که با ادعاهای پایداری در تضاد است آگاه می‌شوند، اعتماد خود را به بازار از دست می‌دهند. این عدم اعتماد پیامدهای منفی برای برندها و مشاغلی در پی دارد که به دنبال ارائه محصولات قوی و پایدار به مصرف کنندگان هستند. در کنار پلتفرم‌های تجارت الکترونیک، برندها باید ردپای کربن تولید محصول را مشابه میزان کالری موجود در مواد غذایی، گزارش دهند. بازار دیجیتال، اقتصاد اشتراک‌گذاری را نیز فعال نموده است که امکان دسترسی مصرف کنندگان به محصولات دست دوم را جهت به حداقل رساندن مصرف فراهم می کنند. به تازگی لهستان شاهد افتتاح یک DECATHLON بوده است که محصولات دست دوم را به فروش می‌رساند. همچنین در این نشست مطرح شد به قوانین روشنی برای بازیگران در بازار آنلاین نیاز است. این امر مستلزم ایفای نقش همه بازیگران است: مشاغل، دولت‌ها، سیاست‌گذاران، نهادهای

تنظیـم کننـده اسـتاندارد، مصـرف کننـدگان و سـازمان‌های مصرف کننـده. در مرحلـه ی اول، بایـد اطمینـان حاصـل نمـود کـه مصـرف کننـدگان اطلاعـات معنـاداری در اختیـار دارنـد کـه بـه آن‌هـا کمک می‌کند تـا انتخاب‌هـای آگاهانه و پایـدار داشـته باشـند. دوم، سیاسـت‌ها بایـد تضمیـن نماینـد کـه شـرکت‌ها محصولاتـی بـا طـول عمـر بیشـتر و بـه شـیوه‌ای پایدارتـر را تولیـد می‌کننـد. همچنیـن ایـن موضـوع بایـد بـرای همـه محصولاتـی کـه وارداتـی هسـتند نیز اعمـال شـود. سیاسـت‌گذاران بایـد تعـادل مناسـبی بیـن یـک محیـط تنظیـم شـده کـه بـازار را در حالـت رقابتـی نگـه مـی‌دارد و مصـرف کننـدگان بیابنـد. از ایـن رو مـی بایسـت انگیزه‌هـای مناسـبی بـرای شـرکت‌ها ایجـاد شـود تـا محصـولات و مدل‌هـای تجـاری پایدارتـری را بـه مصـرف کننـدگان ارائـه دهند. دانشـگاه‌ها می‌تواننـد پروژه‌هـای تحقیقاتـی را بـه منظـور تمرکـز بـر نحـوه تشـویق مصـرف کننـدگان بـر رفتـار خرید بهتـر به ثمـر برسـانند. در نهایت می تـوان چنیـن عنـوان نمـود که آمـوزش دانـش آمـوزان و جوامع محلـی به جهت انتخاب‌هـای پایـدار نیـز بـه داشـتن نسـل‌های آینـده آگاه کمـک خواهـد کـرد. در ادامـه ایـن نشسـت مطـرح شـد کـه همـه ذینفعـان بایـد در یـک پلتفـرم جمـع شـوند. بنابرایـن بـه مقـررات بهتـری نیـاز اسـت تـا پلتفرم‌ها را پاسـخگو نماییـم. درعین‌حـال، مصـرف کننـدگان بایـد قبـل از خریـد ناگهانـی، رغبـت بیشـتری جهـت انجـام مطالعـات در راسـتای انتخاب محصولات داشـته باشـند.

بخش دوم

ترجمه سند
Recommendations on Using
Digitalisation for Our
Common Future

بخش دوم

ترجمه سند Recommendations on Using Digitalisation for Our Common Future [1]

این سند اولین خروجی شبکه سیاست محیط زیست (PNE[2]) طی نشست IGF است. PNE ابتکاری از انجمن مدیریت اینترنت سازمان ملل متحد (IGF) است که در بهار ۲۰۲۱ پس از اولین جلسه اختصاص داده شده به پیوند محیط زیست و دیجیتالی شدن در IGF 2021، راه اندازی شد. در سال ۲۰۲۱، موضوع محیط زیست و دیجیتالی شدن با دو جلسه اصلی اختصاصی و چندین کارگاه که توسط اشخاص ثالث سازماندهی شده بود، مجددا به یک موضوع کلیدی در انجمن سالانه تبدیل شد. چشم انداز PNE، چشم اندازی جهانی است که در آن دیجیتالی شدن به‌عنوان یک نیروی موثر مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آن پیشرفت ها در جهت اهداف توسعه پایدار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد (SDGs) در نظر گرفته می‌شود. کار PNE در مرحله ی اولیه توسط یک گروه کاری چندجانبه (MWG) متشکل از سهامداران در سراسر جهان که با تعامل بین محیط زیست و فناوری‌های دیجیتال سروکار دارند، رهبری شد.

1. Recommendations on Using Digitalisation for Our Common Future. A Report by the IGF 2021Policy Network on Environment and Digitalisation. January 2022
2. The Policy Network on Environment

راهنمای خوانندگان
اختصارات و کلمات اختصاری

ردیف	کلمات اختصاری	معادل لاتین	معادل فارسی
1	AI	Artificial Intelligence	هوش مصنوعی
2	CARE	Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, Ethics	منفعت جمعی، قدرت کنترل، مسئولیت‌پذیری، اخلاق
3	CO2	Carbon dioxide	دی‌اکسیدکربن
4	COP26	2021 United Nations Climate Change Conference	کنفرانس تغییرات اقلیمی سازمان ملل متحد 2021
5	COVID	Corona virus disease	بیماری ویروسی کرونا
6	DLT	Distributed ledger technology	فناوری دفتر کل توزیع شده
7	DPP	Digital Product Passport	پاسپورت دیجیتال محصول
8	EPR	Extended producer responsibility	مسئولیت گسترده تولید کننده
9	EuroDIG	European Dialogue on Internet Governance	گفتگوی اروپایی در مورد حکمرانی اینترنت
10	FAIR	Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability	قابلیت کشف، قابلیت دسترسی، قابلیت همکاری و قابلیت استفاده مجدد
11	FAO	Food and Agriculture Organization	سازمان غذا و کشاورزی
12	G20	Group of 20 (19 countries and the European Union)	گروه ۲۰ (۱۹ کشور و اتحادیه اروپا)
13	GBIF	Global Biodiversity Information facility	تسهیلات اطلاعات تنوع‌زیستی جهانی
14	GHG	Greenhouse gas	گاز گلخانه‌ای
15	GSMA	Global System of Mobile Communications Association	انجمن سامانه جهانی ارتباطات سیار
16	ICT	Information and communication technologies	فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات
17	IEA	International Energy Agency	آژانس بین‌المللی انرژی

انجمن حکمرانی اینترنت	Internet Governance Forum	IGF	18
دانش بومی و محلی	Indigenous and local knowledge	ILK	19
بسترهای نرم افزاری علم-سیاست بین المللی علوم در مورد تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم یک سازمان بین دولتی	Intergovernmental Science-Policy platform on Biodiversity and Ecosystem Services	IPBES	20
مردم بومی و جوامع محلی	Indigenous peoples and local communities	IPLC	21
اتحادیه بین‌المللی مخابرات	International Telecommunication Union	ITU	22
کارگروه چندجانبه	Multistakeholder working group	MWG	23
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی	Organisation for Economic Co-operation and Development	OECD	24
شبکه خط مشی در محیط‌زیست	Policy Network on Environment	PNE	25
اهداف توسعه پایدار	Sustainable Development Goals	SDG	26
گروه مطالعاتی 5	Study Group 5	SG5	27
سازمان ملل متحد	United Nations	UN	28
کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل متحد	United Nations Conference on Trade and Development	UNCTAD	29
برنامه توسعه سازمان ملل متحد	United Nations development Programme	UNDP	30
کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا	United Nations Economic Commission for Europe	UNECE	31
برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد	United Nations Environment Programme	UNEP	32
سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی سازمان ملل متحد	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	UNESCO	33
چارچوب پیمان‌نامه سازمان ملل در مورد تغییر اقلیم	United Nations Framework Convention on Climate Change	UNFCCC	34

مقدمه سند:

فصل آغازین سند در سه بخش تنظیم شده است. بخش اول، در مورد اثرات زیست محیطی دیجیتالی شدن و اقدامات سیاستی که باید انجام شود و اهمیت این موضوعات در آینده جوامع سخن می گوید. بخش دوم، در مورد دامنه و اصطلاحات استفاده شده در گزارش و همچنین درباره درک اعضای شبکه از مفاهیم کلیدی مانند دیجیتالی شدن، محیط زیست و پایداری توضیح می‌دهد. در بخش سوم، به موضوع سیاست‌گذاری زیست محیطی پرداخته می‌شود.

کد قرمز برای بشریت و سایر گونه‌ها[1]

تغییرات اقلیمی، از دست دادن تنوع زیستی، افزایش آلودگی و پیامدهای فاجعه بار آن برای زمین و جوامع آن به طور پی‌درپی آشکار می‌شوند. دانشمندان سازمان ملل متحد با اعلام **کد قرمز برای بشریت**[2] هشدار داده‌اند که میزان دمای هوا در طی ۲۰ سال آینده بیش از ۱/۵درجه سانتی گراد گرم خواهد شد [۱]. بر طبق کنفرانس تغییرات آب‌وهوایی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۱ در گلاسکو (COP26) دولت‌ها نسبت به این واقعیت ابراز نگرانی کردند که فعالیت‌های انسانی تا به امروز منجر به افزایش حدود ۱/۱درجه سانتی‌گراد گرمایش جهانی شده است که تأثیرات آن در حال حاضر در هر منطقه احساس می‌شود؛ آن‌ها بر عمل به تعهدات خود جهت حفظ تغییرات اقلیمی در محدوده‌های قابل مدیریت تأکید کردند. به علاوه عنوان گردید که اثرات آسیب‌های زیست محیطی و تغییرات آب‌وهوایی قبل از هر چیز در کشورهای در حال توسعه که کمترین سهم از انتشار و آلودگی را در طول تاریخ به خود اختصاص داده‌اند، احساس می‌شود.

1. Code red for humanity and other species
2. Code red for humanity

درعین‌حال، تلاش جامعه بین‌المللی جهت مبارزه با فقر و ارتقا رفاه زندگی به نوبه خود مستلزم رشد و توسعه می باشد. ایجاد تعادل بین نیاز به توسعه در جنوب جهانی و همچنین در «شمال» صنعتی در محدوده‌های واقعی زیست محیطی، که به‌عنوان مرزهای سیاره‌ای نیز شناخته می‌شود، یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های عصر حاضر می باشد. به طور کلی، جهان به طور فزاینده‌ای به جهانی پیچیده و وابسته به یکدیگر تبدیل شده است؛ وضعیتی که فقط منجر به افزایش تقاضا و تشدید فضای رقابتی برای منابع طبیعی می‌شود.

دیجیتالی شدن می‌تواند نقش کمک کننده ای ایفا نماید

دیجیتالی شدن به‌عنوان یکی دیگر از روندهای اجتناب‌ناپذیر قرن بیست و یکم، دستگاه‌ها و ابزارهایی را در اختیار قرار می‌دهد که می‌توانند به بشر جهت درک درست پیچیدگی دنیای کنونی و به هم پیوستگی موضوعات کمک نماید. جوامع می‌توانند از شبکه‌ها، فناوری‌ها، و راه‌حل‌های دیجیتال استفاده کنند تا به ارزیابی بهتر پیامدهای گذشته و احتمالی اقدامات خود در آینده و همچنین اقداماتی جهت سودمندی جامعه جهانی با چشم‌انداز بلند مدت کمک نمایند. از این رو، درحالی‌که تعیین دقیق تأثیر مستقیم و غیرمستقیم دیجیتالی شدن دشوار به نظر می رسد، دنیای دیجیتال و محیط (طبیعی و ساخته شده توسط انسان) به‌صورت قابل توجهی به هم مرتبط هستند.

مدیریت ردپای دیجیتالی جهان

ردپای محیطی دنیای دیجیتال تقریباً به اندازه ی قاره هفتم (یا تا ۵/۶ درصد از ردپای جهانی بشریت) تخمین زده می‌شود[۴].

از این رو انتظار می‌رود عملیات‌های مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات تا ۲۰ درصد باعث افزایش تقاضای مصرف انرژی برق جهانی تا سال ۲۰۳۰ شوند که یک‌سوم از آن میزان به تنهایی به مراکز داده مربوط می شود [۵]. بنابراین در مواجهه با واقعیت‌های تغییرات آب‌وهوایی انسانی (به‌عنوان مثال: گرم شدن کره زمین، انتشار کربن و جنگل‌زدایی) واضح است که تأثیر زیست محیطی فناوری باید بیشتر مورد بررسی واقع شده و به اندازه ی کافی توسط جامعه جهانی مورد توجه قرار گیرد. اقدام سریع لازم است: اگر بر روی استفاده از فناوری‌های دیجیتال جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقابله مؤثر با سایر مسائل زیست محیطی حساب شود، جنبه‌های پایدار زیست محیطی فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات باید به‌طور سیستماتیک در تمام فعالیت‌های بخش اقتصادی و همچنین سیاست‌های دولتی گنجانده شوند.

در این گزارش، اعضای شبکه تلاش می کنند در پیشنهادات خود طیف وسیعی از توصیه‌های سیاستی عملی و ملموس را ارائه دهند تا اطمینان حاصل شود که فرصت‌های فرآیندهای دیجیتالی‌سازی موجود می‌توانند در حل چالش‌ها بیشتر نقش کمک کننده را ایفا نمایند.

دامنه و اصطلاحات

در بخش بعدی، مفاهیم digitalisation، digitisation و digital transformation مورد بحث قرار می‌گیرد. درحالی‌که تفاوت‌های قابل توجهی در مفهوم دیجیتالی شدن و تحول دیجیتال وجود دارد،

در عمل این دو اصطلاح اغلب به جای یکدیگر استفاده می‌شوند.

رقومی سازی

رقومی سازی[1] به تبدیل یک مصنوع آنالوگ به داده‌های رقومی و ایجاد نمایش دیجیتالی از آن اشاره دارد. به‌عنوان مثال، عمل اسکن یک صفحه فیزیکی از یک کتاب ساخته شده از کاغذ و ذخیره آن به‌عنوان یک فایل الکترونیکی در رایانه نمونه‌ای از رقومی‌سازی است. بنابراین رقومی سازی، ایجاد داده‌های دیجیتالی مورد نیاز جهت ایجاد ارزش از فرآیندهای دیجیتالی‌سازی را امکان‌پذیر می‌سازد. اگر رقومی سازی، دیجیتالی‌سازی و تحول دیجیتال به‌عنوان بخشی از یک مدل اولیه بلوغ دیجیتال رتبه‌بندی شوند، رقومی سازی در پایین‌ترین نقطه قرار می‌گیرد.

دیجیتالی شدن

اصطلاح دیجیتالی شدن[2] معمولاً به ورود ابزارهای فناورانه و کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) - سخت افزار و نرم افزار - به حوزه‌های مختلف زندگی و تجارت اشاره دارد [۲]. به طور مشابه، OECD دیجیتالی شدن را به‌عنوان «استفاده از فناوری‌ها و داده‌های دیجیتال و همچنین ارتباط متقابلی که منجر به ایجاد تغییرات جدید در فعالیت‌های موجود می‌شود» توصیف می‌نماید. سه مؤلفه مهم زیر با دنیای دیجیتال در ارتباط است: داده، حمل اطلاعات دیجیتال، آنالیتیکس[3] که جهت ایجاد بینش و دانش از داده‌های دیجیتال و قابلیت اتصال[4] استفاده می کند[۳].

1. Digitisation
2. Digitalisation
3. Analytics

4 Connectivity: اشاره به شبکه هایی که تبادل داده ها را بین کاربران، دستگاه ها و ماشین ها تسهیل می کند

تحول دیجیتال[1]

به نظر می‌رسد تحول دیجیتال به استفاده عمیق‌تر و ریشه‌ای‌تر دیجیتالی شدن اشاره دارد و به طور کلی درک می‌شود که به اثرات اقتصادی و اجتماعی گسترده دیجیتالی شدن اشاره دارد [۸]. بازیگران بخش دولتی و خصوصی از اصطلاح تحول دیجیتال با توجه به فعالیت‌های بخش خصوصی و همچنین بخش عمومی استفاده می‌کنند که به تغییرات سازمانی و فرهنگی گسترده و رویکردهای جدید در رفتار با اطلاعات اشاره می دارد [۹]. به‌عنوان یک تضاد مهم با مفهوم دیجیتالی‌سازی، تحول دیجیتال به مجموعه‌ای از فرآیندهای پیوسته ارجاع داده می‌شود که بر ابزارهای دیجیتال و زیرساخت‌های ICT متکی هستند. در حالی که برخی از نتایج این فرآیندها ممکن است مورد پیش‌بینی یا هدف قرار گیرند - به‌عنوان مثال: افزایش درآمد، ایجاد ارزش (عمومی) یا عملکرد کلی [۱۰] [۱۱] - اما هیچ راهی جهت ارائه ی پیش‌بینی واقعی «وضعیت پایانی» آن‌ها وجود ندارد [۹].

دیجیتالی شدن، محیط زیست و پایداری

پایداری زیست محیطی[2] مفهومی با سابقه طولانی است که اولین بار در دهه ۱۹۸۰ مطرح شد. به گفته کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه سازمان ملل[3]، پایداری زیست محیطی عبارت است از اقدام به شیوه‌ای که تضمین نماید نسل‌های آینده، منابع طبیعی را برای زندگی برابر- اگر نگوییم بهتر- همانند نسل‌های کنونی، در اختیار خواهند داشت. از آن زمان، در عمل اغلب شاهد درک مبهمی از این مفهوم هستیم. استفاده از این اصطلاح به‌عنوان یک کلمه تبلیغاتی مبهم تجاری نیز پدیده سبزشویی را تشدید نموده است. با توجه به این ابهامات،

1. Digital transformation
2. Environmental Sustainability
3. United Nations World Commission on Environment and Development

کاربرد این مفهوم در طی گزارش نیاز مبرم به توضیح دارد.

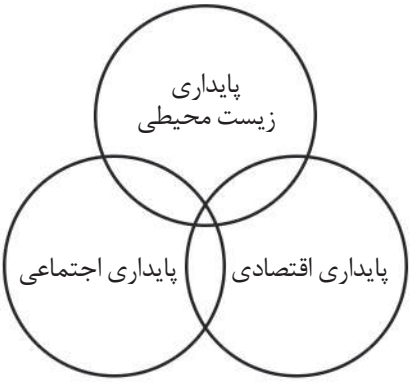
نکاتی در مورد پایداری

مفهومی با سابقه طولانی: عبارت پایداری را می‌توان در اکثر فرهنگ‌های باستانی در سراسر جهان یافت؛ بدون اینکه بتوان اولین زمان استفاده آن را تشخیص داد. با این حال، ریشه ی واژه ی پایداری را می‌توان در کتاب راهنمای جنگل‌داری که در سال ۱۷۱۳ منتشر شد، جستجو نمود، جایی که اصطلاح آلمانی Nachhaltigkeit جهت توصیف روشی است که در آن برداشت از جنگل بیشتر از مقداری که خود جنگل می‌تواند آن را تولید کند، نباشد. مکانیزمی که در طی آن کاهش منابع جنگلی در اروپا جبران می شود [۱۲،۱۳]. در کتاب «محدودیت‌های رشد»[1] [۱۴] که این ایده مجددا در مورد ضرورت تعادل بین طبیعت و اقتصاد مطرح شد، تیمی از متخصصان بین‌رشته‌ای MIT پیش‌بینی نمودند اگر هیچ اقدامی علیه افزایش رشد استفاده روزافزون از منابع صورت نپذیرد، فروپاشی اقتصادی، محیط زیستی و جمعیتی قبل از سال ۲۰۷۰ به وقوع خواهد پیوست. برخی نویسندگان در آن دوره از این مفهوم به شدت انتقاد کردند، به طوری که روزنامه‌نگاران نیویورک تایمز آن را بیشتر از افسانه می‌خواندند [۱۵] و از دیگران می‌خواستند که این موضوع را به « زباله دادن تاریخ» بسپارند [۱۶]، با این حال از آن زمان تا کنون با تحقیقات انجام شده در زمینه اقلیم، تخریب آشکار محیط زیست به طور گسترده در سطح جهانی مورد تأیید قرار گرفته است (به‌عنوان مثال، [۱۷]). یکی دیگر از نقاط عطف قابل توجه در تاریخ پایداری، انتشار گزارش آینده مشترک ما[2] توسط کمیسیون جهانی محیط

1. The Limits to Growth

۲. این گزارش به نام «گزارش براندلند» نیز شناخته می‌شود که به نام نخست‌وزیر سابق نروژ وزیر گرو هارلم براندتلند، که در آن زمان رئیس کمیسیون بود، نامگذاری شده است

زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ بود که در آن توسعه پایدار را به‌عنوان توسعه ای جهت «برآوردن نیازهای زمان حال بدون به خطر انداختن شرایط و توانایی نسل‌های آینده جهت رفع نیازهای خود" تعریف کرده است [۱۸]. در سال ۲۰۰۵، اجلاس جهانی توسعه ی اجتماعی سه جزء توسعه پایدار را به اشتراک گذاشتند: توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفاظت از محیط زیست [۱۹] که می‌توان آنها را در یک سه ضلعی (trichotomy) در دهه‌های قبل ردیابی نمود. این بخش ها اغلب به صورت نموداری با سه دایره نمایش داده می‌شوند (شکل ۱)



شکل ۱ سه جزء توسعه پایدار[۱] [۷]

اهداف توسعه پایدار (SDGs) به‌عنوان یک چارچوب اساسی در زمینه‌ی پایداری معاصر

در سال ۲۰۱۵، هر سه حلقه ذکر شده در رابطه با اهداف توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفت و در همین سال توسط سازمان ملل متحد به‌عنوان یک "فراخوان جهانی جهت اقدام در راستای پایان دادن به فقر، حفاظت از کره ی زمین و تضمین اینکه تا سال ۲۰۳۰ تمامی مردم از

۱. برای تاریخچه جامع تر پایداری (و نقد مفهوم) از دهه ۱۹۶۰ به عنوان مثال به Purvis et al 2019 ، مراجعه کنید، برای مرور کلی بحث قبلی به نویسندگانی مانند Du Pisani 2006 مراجعه کنید. گروبر/کانینگهام، ۲۰۱۲؛ کارادونا، ۲۰۱۴ (به فهرست مرجع مراجعه کنید).

صلح و رفاه برخوردار شوند" به تصویب رسید [۲۰]. در ۱۷ هدف توسعه پایدار به صراحت این موضوع بیان شده است که " اقدام در یک حوزه بر نتایج حوزه‌های دیگر تأثیر گذار بوده و هر توسعه‌ای باید پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را متعادل نماید" [۲۰].

تمرکز پایداری در این گزارش

در این گزارش، پایداری زیست محیطی به‌عنوان یک نتیجه مطلوب، در مرکز ملاحظات قرار می‌گیرد. تعریف اولیه پایداری زیست محیطی در سال ۱۹۹۶ توسط رابرت گودلند (اولین بوم شناس تمام وقت در بانک جهانی) ارائه شد که آن را به‌عنوان جستجو برای "بهبود رفاه انسان از طریق حفاظت از منابع طبیعی مورد استفاده برای نیازهای انسانی توصیف کرد. " [۲۱، ص. ۱۰۰۳]. مواد طبیعی یا خام شامل منابع تجدیدپذیر مانند آب و منابع تجدیدناپذیر مانند مواد معدنی، فلزات و سوخت‌های فسیلی می باشد. با در نظر گرفتن اهداف توسعه پایدار (SDGs) به‌عنوان یک چارچوب مرجع، بیشتر اهداف می‌توانند به نوعی به فناوری اطلاعات و ارتباطات مرتبط شوند. با این حال، واضح‌ترین رابطه به‌ویژه در اهداف شماره ۷ ("انرژی مقرون‌به‌صرفه و پاک")، ۹ ("صنعت، نوآوری و زیرساخت")، ۱۱ ("شهرها و ارتباطات پایدار")، ۱۲ ("مصرف و تولید مسئولانه") و ۱۳ ("اقدامات اقلیمی") وجود دارد. جدول ۱ نشان می‌دهد که هنگام بررسی رابطه فوق، هم پایداری زیست محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات و هم استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای پایداری زیست محیطی در محدوده این گزارش قرار دارد.

جدول ۱ ابعاد پایداری زیست محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات

پایداری زیست محیطی	تعریف
پایداری زیست محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات	دنیای دیجیتال ردپای زیست محیطی قابل‌توجهی به ویژه در استفاده از انرژی و منابع، از مرحله استخراج منابع تا ساخت، و استفاده و دفع دستگاه‌ها را دارد. در محدوده این گزارش، اقداماتی را که می‌توان برای افزایش پایداری زیست محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات انجام داد، مورد بحث قرار می‌گیرد: تمرکز بر اثرات منفی دیجیتال‌سازی بر محیط زیست
فناوری اطلاعات و ارتباطات برای پایداری زیست محیطی	ابزارها و دستگاه‌های دیجیتالی نیز می‌توانند تأثیرات توانمندسازی بر ارتقای پایداری محیط زیست داشته باشند. همچنین انتظار می‌رود فناوری‌های دیجیتال بتوانند در درک بهتر و برنامه‌ریزی اقدامات تخفیف تاثیرات تغییرات آب‌وهوایی و پیشرفت در اهداف توسعه پایدار کمک کنند. آن‌ها همچنین می‌توانند برای انطباق با برخی از اثرات - احتمالاً غیرقابل برگشت - تغییرات آب‌وهوایی که در حال حاضر تجربه کرده‌ایم استفاده شوند(دیدگاه ابزاری).

از منظر انسانی، پایداری را نمی‌توان از جنبه‌های اقتصادی یا اجتماعی جدا نمود. با این حال، استدلال می‌کنیم که پایداری زیست محیطی شرطی برای پایداری اجتماعی است که به حفظ محیط زیست پیرامون (اکولوژیکی) بستگی دارد و بنابراین شایستگی آن را دارد که در مرکز توجه این گزارش قرار گیرد. در عین حال، تصدیق می‌شود که این گزارش تعامل پیچیده بین پایداری و

و دیجیتالی شدن ساده نموده و پیامدهای اجتماعی عظیم دیجیتالی شدن و مسائل مربوط به سلامت و رفاه انسان را کمتر نشان می‌دهد. بنابراین در بخش پایانی، این گزارش دیدگاه خود را جهت در نظر گرفتن جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی در مورد مسائل فراگیر با کاوش در مسائل مربوط به برابری دسترسی، مشارکت شهروندان، ظرفیت سازی، توزیع منابع و حمایت سیاستی از بازیگرانی که فعالیت کمتری را به نمایش گذاشته‌اند،گسترش داده است.

سیاست‌گذاری زیست محیطی ، ذینفعان، و حکمرانی

سیاست‌گذاری زیست محیطی: اصطلاح سیاست زیست محیطی[1] به طور کلی اشاره به اقدامات انجام یافته توسط یک آژانس دولتی، شرکتی و یا سازمان دولتی یا خصوصی دیگری دارد که کاهش یا پیشگیری از اثرات مضر فعالیت های انسانی بر اکوسیستم جهان را هدف خود قرار داده است (به‌عنوان مثال، [۲۲]). هنگامی‌که یک خط‌مشی طراحی می‌گردد معمولاً عوامل مختلفی را باید در نظر گرفت، از اهداف کلی سیاست‌گذاری گرفته تا اقدامات و ابزارهای مورد استفاده در اجرای مراحل حصول هدف خط‌مشی، که شامل تعریفی قابل سنجش از اهداف مورد نظر و تعیین افراد یا نهادهای مسئول اجرا و ارزیابی آن سیاست است [۲۳]. محدوده هدف این گزارش، عمدتاً بر روی سیاست‌های زیست محیطی پیشنهادی تمرکز شده و توصیه‌های سیاستی را پیشنهاد می‌گردد که ذینفعان می‌توانند از آن‌ها اقداماتی را استخراج نمایند. با توجه به منابعی که برای این گزارش در اختیار بود، نمی‌توانیم ابزارهای سیاستی را مشخص کنیم یا راه کارهایی را از هدف قابل سنجش تدوین کنیم.

1. Environmental policy

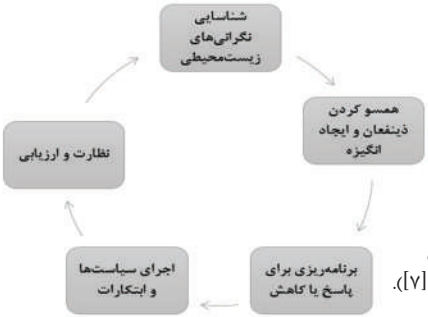
جدول ۲ عوامل سیاست‌گذاری

عوامل سیاست‌گذاری	عوامل سیاست‌گذاری
اهداف خط‌مشی محیطی	هدف این سیاست چیست (کاهش، پیشگیری، مبارزه، تشویق، تقویت)؟
فعالیت	برای دستیابی به هدف سیاست زیست محیطی چه اقدامی باید انجام شود؟
ابزار خط‌مشی	چه ابزاری به‌عنوان بخشی از اقدام برای دستیابی به هدف سیاست زیست محیطی استفاده می‌شود؟ از جمله ابزارهای سیاست سنتی (که متقابلاً منحصر به فرد نیستند)عبارت‌اند از: - ابزارهای قانونی/ تنظیمی - ابزارهای اقتصادی مبتنی بر بازار (اقدامات فشاری به‌عنوان مثال: مالیات، اقدامات کششی مانند یارانه‌ها) - رویکردهای داوطلبانه - مشوق‌های انگیزشی، اطلاعاتی و آموزشی گفته می‌شود که طراحی خط‌مشی خوب لزوماً شامل ترکیبی از ابزارهای خط‌مشی مناسب برای زمینه خاصی است که سیاست در آن اعمال می‌شود [۲۳].
هدف نهایی خط‌مشی	هدف سیاست زیست محیطی در چه نقطه‌ای (قابل اندازه‌گیری) محقق می‌شود؟
مالکان / مسئولین سیاست‌گذاری	چه کسی مسئول انجام و سنجش موفقیت خط‌مشی است؟

وقتی صحبت از تنظیم سیاست‌های زیست محیطی می‌شود، توجه به این نکته مهم است که هیچ معیار سیاستی در یک فضای بی طرف وجود ندارد، اما بستر[1] نقش اساسی را ایفا می‌کند. « سیاست‌های زیست محیطی لزوماً توسعه ی ابزارها و ساختارهای جدید نیستند،

1. Context

بلکه طراحی «ترکیبی» از ابزارهای سیاستی است که به بهترین وجه برای شرایط مناسب هستند» [۲۳]. به این ترتیب، موفقیت یک خط‌مشی خاص نه تنها به پیچیدگی موضوعات پرداخته شده و یا تدوین خط‌مشی بستگی دارد، بلکه به منافع و ظرفیت‌های جوامعی که سیاست‌ها را هدف‌گذاری می‌کند یا ابزارهایی که برای تنظیم آن استفاده می‌شوند نیز مربوط است. بنابراین ابزارهای سیاست‌گذاری باید به دقت و با در نظر گرفتن عوامل فرهنگی، سیاستی و فاکتورهای خاص محیطی انتخاب شوند. این گزارش به رابطه ی بین دنیای دیجیتال و محیط زیست می‌پردازد. در فصل‌های بعدی مسائل و اقدامات مختلف مشخص شده است که باید برای اطمینان از سلامت جوامع و کره زمین مورد توجه قرار گیرند. این اقدامات هم شامل اقدامات پیشگیرانه و هم اقداماتی در پاسخ به نگرانی‌های زیست محیطی است. در شکل زیر، چارچوب ساده‌ای توصیف شده است که موضوعات، سیاست‌ها و فناوری‌ها را در یک فرآیند پنج مرحله‌ای عمومی قرار می‌دهد و به طور گسترده جهت شناسایی و رسیدگی به نگرانی‌های زیست محیطی قابل استفاده می باشد که به صورت یک چرخه نمایش داده می‌شود و نشان می‌دهد که ممکن است این فرآیند به صورت خطی و با شروع و پایان نامشخص باشد. (شکل ۲).



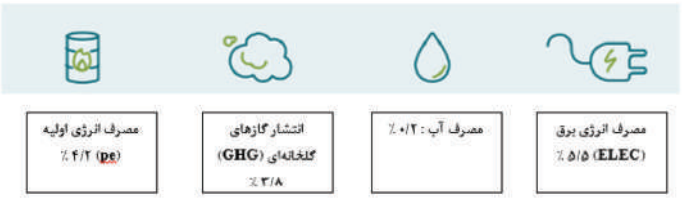
شکل ۲ فرآیند سیاست‌گذاری پنج مرحله‌ای در رابطه با فناوری و مسائل زیست محیطی (منبع [۷]).

ایـن فرآینـد در مـورد دو سـناریوی کلـی کـه مسـائل زیسـت محیطـی را شـامل می‌شـوند، اعمـال می‌گـردد. اولیـن سـناریو زمانـی اسـت کـه یـک مسـئله زیسـت محیطـی شناسـایی شـده و بایـد بـه آن رسـیدگی شـود. تغیـر اقلیـم، آلودگـی هـوا و آلودگـی محلـی آب نمونه‌هایـی از ایـن قبیـل هسـتند. سـناریوی دوم زمانـی اسـت کـه سیاسـت‌ها و ابتـکارات (غیـر زیسـت محیطـی) در حـال تدویـن بـوده و بایـد آسـیب‌های محیطـی بالقـوه ی آن درک و از وقـوع آن جلوگیـری شـود. بـه طـور مثـال می‌تـوان بـه پروژه‌هـای توسـعه زیرسـاختی، سیاسـت‌های تغییـر کاربـری زمیـن و همچنیـن سـاخت صنایـع جدیـد اشـاره نمـود. در هـر دو مـورد، فرآینـد اساسـاً یکسـان اسـت و تفـاوت اصلـی در نحـوه شناسـایی اولیـه نگرانی‌هـای زیسـت محیطـی اسـت.

نکاتی در مورد سهامداران و حکمرانی

تمـام ذینفعانـی کـه در چرخـه خط‌مشـی گـذاری مشـارکت دارنـد مـورد خطـاب قـرار می‌گیرنـد: در متـن ایـن گـزارش، تأکیـد بـر اقداماتـی اسـت کـه بایـد تحـت رهبـری کشـورهای عضـو سـازمان ملـل متحـد انجـام شـود، کشـورهایی کـه خـود را بـا اهـداف توسـعه پایـدار به‌عنـوان بخشـی از تعهـد خـود بـرای مبـارزه بـا تغییـرات آب‌وهوایـی متعهـد کرده‌انـد. بـا ایـن حـال، از آنجایـی کـه بحـران آب‌وهـوا یـک پدیـده جهانـی اسـت، در اینجـا نیـاز بـه مسـئولیت جهانـی وجـود دارد. در حالـی کـه دولت‌هـا بـه طـور سـنتی مسـئولیت اولیـه در قبـال شـهروندان خـود را دارنـد، بازیگـران خصوصـی نیـز بـه طـور فزاینـده‌ای بـه ایجـاد اقدامـات مسـئولانه فراخوانـده می‌شـوند [۲۴]. در نتیجـه، درحالی‌کـه برخـی از توصیه‌هـای پیشـنهاد شـده در ایـن گـزارش ممکـن اسـت بـه یـک ذینفـع نسـبت بـه دیگـری مرتبط‌تـر باشـد، امـا خطـاب بـه تمـام بازیگـران درگیـر یـا متأثـر از فرآیندهـای سیاسـت‌گذاری

(محیط زیست) است (شکل ۳ را ببینید). بازیگران عمومی در تمام سطوح دولتی، بازیگران خصوصی، نمایندگان جامعه مدنی (به‌عنوان مثال، سازمان‌های غیرانتفاعی) و روابط تعاونی نهادینه‌شده بین ترکیبی از آن بازیگران (به‌عنوان مثال، مشارکت عمومی–خصوصی) را دربرگیر می گیرد.



شکل ۳ سهم دنیای دیجیتال در ردپای زیست محیطی(جهانی) [۴].

طبیعت و اینترنت کالاهای عمومی در جهان هستند که باید به‌عنوان مشترکات جهانی اداره شوند: هم محیط طبیعی و هم محیط دیجیتال، به‌ویژه اینترنت، زیرساخت‌های حیاتی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی هستند که از طریق دیجیتال‌سازی و تحول دیجیتال به هم مرتبط می‌باشند [۲۵]. طبق قوانین همه مردم باید از کالاهای عمومی برخوردار شوند [۲۶]. طبیعت به طور پیش فرض عمومی بوده و اینترنت بر اساس عمومیت طراحی شده است. بنابراین، هر دو می‌توانند به‌عنوان کالاهای عمومی جهانی شناخته شوند. "کالاهای عمومی دیجیتال جهت باز نمودن قفل پتانسیل کامل فناوری‌ها و داده‌های دیجیتال در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، به‌ویژه در کشورهای با درآمد کم و متوسط ضروری هستند." [۲۷]. کالاهای عمومی در حالت ایده آل "بدون رقیب" هستند، به این معنی که استفاده توسط یک فرد نباید مانع استفاده توسط

شخص دیگر شود، اما این گزاره تنها یک حالت ایده آل است. در اینجا موضوع این است که هم طبیعت و هم دنیای دیجیتال، سیستم‌های منابع حیاتی محدودی هستند که همه بشر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به عبارت دیگر، آن‌ها "مشترکات جهانی[1]" هستند. این عبارت بدان معنی است که ما به طور جمعی باید آن‌ها را به‌عنوان مشترکات جهانی مدیریت نماییم تا بتوانیم آن‌ها را به‌عنوان یک منبع حیاتی در زندگی به‌گونه‌ای شایسته، حفظ کنیم. اثر متحول کننده ی دیجیتال‌سازی از کارآیی های ناشی از آن در طبیعت و محافظت از طبیعت در هنگام توسعه فناوری‌های دیجیتال، زیرساخت‌ها، داده‌ها و خدمات و از مدیریت بهبودیافته‌ای که دیجیتال‌سازی برای همزیستی مردم و طبیعت به ارمغان می‌آورد، ناشی می‌شود. این اثر با مفهوم پایداری فناوری اطلاعات و ارتباطات و طبیعت که قبلاً ذکر شد، منعکس می‌گردد- منظور از این مفهوم ایجاد فضایی امن و عادلانه برای بشریت [۲۸] است که با «مرزهای سیاره‌ای» و «مرزهای اجتماعی» مطابقت دارد. بنابراین، هم طبیعت و هم اینترنت کالاهای عمومی جهانی هستند که باید به‌عنوان مشترکات جهانی اداره شوند تا اطمینان حاصل شود که یکدیگر را تقویت می‌کنند. این نقشی است که انجمن حکمرانی اینترنت باید ایفا نمایند. در بحث‌ها و تصمیم‌گیری‌های حکمرانی محور و منجر به سیاست‌گذاری، هم فناوری دیجیتال اینترنت و هم محیط طبیعی باید با هم در نظر گرفته شوند؛ زیرا به یکدیگر وابسته هستند

اتخاذ دیدگاه حکمرانی مشارکتی جهت ایجاد ارزش‌های عمومی: از منظر سنتی در مورد مفهوم حکومت داری[2] ، تمرکز بر فرآیندهای رسمی و نهادی است که توسط نهادهای دولتی فعال در سطح

1. Global commons
2. Governing

دولت و ملت انجام می‌شود [۲۹]. لذا مفهوم حکمرانی با به چالش کشیدن این ایده[1] به وجود آمده است. امروزه به طور کلی این اصطلاح با ریشه‌های نظری خود در رشته‌های مختلف مانند اقتصاد، روابط بین‌الملل، علوم سیاستی و مدیریت عمومی به‌عنوان یک چارچوب سازماندهی [۲۹] درک می‌شود و دیدگاه جدیدی در فهم فرآیندهای حاکم در جوامع مدرن با چندین ذینفع ارائه می کند. سیاست‌های زیست محیطی اغلب شامل انتقال کالاهای مادی (مانند منابع مالی، یارانه‌ها) یا کالاهای غیرمادی (مثلاً فرصت‌ها) از یک گروه به گروه دیگر است [۳۰]. بنابراین موفقیت بسیاری از سیاست‌های زیست محیطی به همکاری عمومی بستگی دارد و نیاز به حکمرانی فراگیر و مشارکتی را آشکار می‌سازد. به‌عنوان مثال یافته‌های اخیر نشان می‌دهد، زمانی که رویکردهای جدید مانند اجتماعات شهروندی در چرخه ی سیاست گنجانده می‌شوند، امکان‌سنجی سیاسی استراتژی های آب‌وهوایی را می‌توان افزایش داد [۳۱]. در حال حاضر با پیروی از استوکر [۲۹]، پنج جنبه مرکزی و مکمل حکمرانی را می‌توان شناسایی نمود که عبارتند از :

- **نهادها** و بازیگران برگرفته **از دولت و فراتر از آن**.
- **محو شدن مرزها و مسئولیت‌ها** بین ذینفعان.
- وابستگی به قدرت درگیر در روابط بین نهادها.
- نقش خودمختاری وخود حکمرانی (خود مختار) **شبکه‌های بازیگران**.
- ابزارها و فنون جدید در اختیار بازیگران دولتی است که به جای دستور و استفاده از اقتدار از **هدایت و فرمان دادن** بهره گیرند.

سؤال اینجاست، نقش حکمرانی در توسعه پایدار چیست؟ برخی ممکن است استدلال نمایند که وظیفه ی اصلی حکمرانی اصلاح شکست‌های بازاری است. در

1. Governance

کلمات بولد به منبع اصلی اضافه شده است

متن این گزارش، دیدگاه متفاوت مناسب‌تر به نظر می‌رسد. از این رو با پیروی از دیدگاه مازوکاتو[1] در رابطه با نهادهای عمومی و مفهوم «دولت کارآفرین[2] » [۳۲] حکمرانی کنشگری به جای واکنش است: نهادهای عمومی با تقویت نوآوری می‌توانند نقش عمده‌ای را در شکل دادن به بازارها و تولید ارزش عمومی ایفا نمایند [۳۲]. بنابراین وقتی صحبت از توسعه پایدار می‌شود، ارزش عمومی مستقیماً با رفاه شهروندان متناظر است [۳۳]. کلارک و هارلی[3] ، محققان دانشگاه هاروارد، در تحلیل های خود از پایداری استدلال می‌کنند که برای تضمین این رفاه، منطقی است که حکمرانی برای حصول توسعه پایدار باید به طور ویژه به مدیریت منابع طبیعی و انسانی اهمیت دهد [۳۳].

مروری بر فرصت‌ها و ریسک‌ها

روندهای دیجیتالی شدن

در حال حاضر سطوحی از روند فزاینده ی دیجیتالی شدن در حال وقوع است که بسیاری از آن‌ها به نحوی به یکدیگر مرتبط یا وابسته هستند. این روندها احتمالاً به شتاب خود ادامه داده و پیامدهایی برای محیط زیست، منابع طبیعی و محدودیت هایی برای استفاده از انرژی در بر خواهند داشت. زیربنای برخی فرایندهای موجود در توسعه ICT، نرم افزار و رایانش ابری هستند. در دهه گذشته نرم افزارهای مبتنی بر رایانش ابری به بخش‌های مهمی از اقتصاد تبدیل شده و اکنون در بسیاری از جنبه‌های زندگی ما گنجانده شده‌اند. این فرایند تا زمانی که طیف وسیعی از اقلام و کل صنایع به اینترنت متصل می‌شوند، ادامه خواهد داشت از این رو به انرژی بیشتری نیاز داشته و به تولید مقادیر زیادی داده کمک کنند. کلان داده‌ها و هوش مصنوعی (AI) نیز وابسته به نرم افزار و رایانش

1. Mazzucato
2. Entrepreneurialstate
3. Clark and Harley

ابـری بـه بخش‌هـای مهمـی از اقتصـاد تبدیـل شـده و اکنـون در بسـیاری از جنبه‌هـای زندگـی مـا گنجانده شـده‌اند. ایـن فرایند تـا زمانی که طیف وسـیعی از اقـلام و کل صنایـع بـه اینترنـت متصـل می‌شـوند، ادامـه خواهد داشـت از این رو بـه انـرژی بیشـتری نیـاز داشـته و به تولیـد مقادیر زیـادی داده کمـک کنند. کلان داده‌هـا و هـوش مصنوعـی (AI) نیـز وابسـته بـه نـرم افـزار و رایانـش ابـری هسـتند. هـوش مصنوعـی نرم‌افـزاری اسـت کـه بـرای تجزیه‌وتحلیـل و اسـتفاده از حجـم وسـیعی از داده‌هـا بـرای اهـداف اتوماسـیون برنامه‌ریزی شـده اسـت کـه می‌توانـد در عملیـات مبتنـی بـر رایانـش ابـری اعمـال شـود. ایـن نـرم فـزار همچنیـن پتانسـیل ردیابـی و ارائـه تجزیه‌وتحلیـل بـر روی تعـدادی از شـاخص-های زیسـت محیطـی و اجتماعی-اقتصـادی ماننـد الگوهـای آب‌وهوایـی، کیفیـت هـوا و شهرنشـینی بـا اسـتفاده از داده‌هـای تولیـد شـده توسـط تصاویـر ماهـواره ای، حسـگرهای از راه دور و سـایر دسـتگاه‌ها را دارد. بسـیاری از داده‌هـای مـورد اسـتفاده در برنامه‌هـای هـوش مصنوعـی از طریـق تعـداد کالاهـای روزمـره کـه بـه اینترنـت متصـل هسـتند، تولیـد می‌شـوند کـه معمـولاً به‌عنـوان اینترنـت اشـیاء شـناخته شـده انـد. اینترنـت اشـیاء شـامل طیـف وسـیعی از لـوازم خانگـی، ماشـین‌آلات کشـاورزی و زیرسـاخت هـای حیاتـی می‌شـود کـه همگـی دارای قابلیت‌هـای اتصـال شـبکه‌ای بـوده و امـکان اشـتراک‌گذاری اطلاعـات و ارتباطـات بیـن دسـتگاه‌ها را فراهـم می‌کننـد. تخمیـن زده می‌شـود در سـال ۲۰۲۱، ۲۳ میلیـارد دسـتگاه بـه اینترنـت متصـل شـده انـد کـه ایـن تعـداد تـا سـال ۲۰۲۵ تقریبـاً دو برابـر خواهـد شـد [۳۴]. از ایـن رو بررسـی پیامدهـای مربـوط بـه منابـع طبیعـی مـورد اسـتفاده جهـت تولیـد ایـن محصـولات و میـزان اسـتفاده از انـرژی در راسـتای تأمیـن انـرژی آن‌هـا همچنـان مهـم اسـت.

شهرها و جوامع هوشمند[1] مفهومی است که به شدت به همه روندهایی که تاکنون مورد بحث قرار گرفته اند، وابسته است. از طریق داده‌های تولید شده توسط هزاران یا میلیون‌ها دستگاه متصل، منابع، خدمات، و همچنین نیازهای زیرساختی برای یک شهر تهیه شده و بر اساس اطلاعات به‌روز به‌طور مؤثرتری تخصیص داده می‌شوند. این امر پیامدهایی برای حوزه‌هایی مانند حمل و نقل لجستیک، زباله‌های شهری و همچنین مصرف آب و انرژی در پی خواهد داشت. دیجیتال‌سازی نیز فرآیندها را در سطح فردی فعال می‌کند. در سال‌های اخیر دانش شهروندی[2] در زمینه تغییر اقلیم که تا حدی به دلیل دسترسی آسان‌تر به فناوری و افزایش نگرانی‌ها در مورد سیاره زمین و تغییرات اقلیمی هدایت می‌شود، به طور قابل توجهی رشد نموده است. با استفاده از داده‌هایی با قابلیت دسترسی باز، خدمات پردازش داده‌های مبتنی بر رایانش ابری، فناوری‌های سنجش کم‌هزینه و لوازم الکترونیکی مصرفی (تلفن‌های هوشمند)، پروژه‌های غیرمتمرکز با زمینه و مقیاس مختلف می‌توانند توجه دیگران را به مسائل زیست محیطی در مقیاس محلی جلب نموده و عموم مردم را به‌عنوان شرکت‌کنندگان فعال درگیر نمایند، همان‌طور که قبلا" طور مفصل شرح داده شده است، امکان مشارکت بیشتر با افزایش اتصال در سراسر جهان و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که در آن‌ها ضریب نفوذ اینترنت از لحاظ تاریخی کمتر است، امکان‌پذیر می‌شود. طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، اخیرا" این کشورها پیشتاز رشد در زمینه ی اتصال بوده‌اند و تقریباً ۹۰ درصد از اشتراک‌های پهنای باند تلفن همراه ثبت شده بین سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ را تشکیل می‌دهند [۳]. بنابراین اگر قرار است تحول دیجیتال در سطح فردی و اجتماعی

1. Smart Cities and communities
2. Citizen Science

اجتماعی رخ دهد، اتصال به شبکه‌های آنلاین امری ضروری است که می‌تواند به ورود شبکه‌های محلی موجود به حوزه دیجیتال کمک نماید. در نهایت، فناوری بلاکچین و دفتر کل توزیع شده روندی است که در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است، این امر به دلیل موضوع ارتباط آن ها با ارزهای دیجیتال مانند بیت کوین و چگونگی نیاز به مقادیر زیادی برق جهت پردازش تراکنش‌ها می باشد. با توجه به اینکه پایگاه‌های داده بلاکچین غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر بوده و کاربردهای آن ها می‌تواند در زمینه ی شهرهای هوشمند، دانش شهروندی و زنجیره‌های تأمین، اهمیت ویژه ای داشته باشد.

فرصت‌ها و خطرات دیجیتال‌سازی برای محیط زیست

فرصت ها

پایش محیط زیست و ارائه داده‌های زیست محیطی

اهمیت حجم عظیمی از داده‌های تولید شده از طریق تکثیر قدرت محاسباتی و دستگاه‌ها را می‌توان در مسائل مربوط به محیط زیست مشاهده کرد. داده‌های جمع‌آوری شده و تجزیه‌وتحلیل شده قادر است تصویر دقیق‌تر و کامل‌تری از وضعیت محیط زیست ارائه دهد که می‌تواند برای هدایت سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌ها و اطلاع رسانی ابتکارات برای مبارزه و سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرد. به‌عنوان مثال، می‌توان به داده‌های جمع‌آوری شده از رودخانه‌ها یا جنگل‌های اکوسیستم‌های محلی و داده‌هایی که در آن واحد از سطوح منتشر شده توسط ماهواره‌ها و حسگرها جمع‌آوری شده است، اشاره نمود. فرصت اصلی حاصل از افزایش حجم داده‌ها این است که به کارشناسان امکان می‌دهد روندهای زیست محیطی را در سطح خرد و

کلان بیشتر درک کنند، که خود به طور بالقوه منجر به نتایج بهتر از نظر سلامت، حفاظت از تنوع زیستی و افزایش کلی پایداری می‌شود.

کشاورزی هوشمند

فناوری‌های دیجیتالی مانند حسگرها، پهپادها، ماهواره‌ها و تراکتورهای پیشرفته به طور فزاینده ای داده‌ها را به مدل‌های هوش مصنوعی مبتنی بر محاسبات ابری می‌رسانند که تصویر دقیق‌تری از شرایط مزرعه را در اختیار کشاورزان قرار می‌دهند و متغیرهایی مانند دام، محصولات زراعی، خاک و شرایط آب‌وهوایی را در برمی‌گیرد. با دسترسی به این داده‌ها، کشاورزان جهت استفاده کارآمد از منابع طبیعی - به‌عنوان مثال، آب برای آبیاری دقیق که از طریق هوشمند سازی هدایت می‌شود- توانمند می‌شوند. این امر به نوبه خود باعث افزایش بهره وری می شود و می‌تواند میزان استفاده از منابع طبیعی - مانند آب مورد نیاز برای عملیات کشاورزی را کاهش دهد. در اینجا بزرگ‌ترین فرصت نهفته مربوط به کشاورزی هوشمند است که از طریق بهبود بهره وری، فرصتی برای کاهش ردپای جهانی زیست محیطی بخش کشاورزی که یک سوم کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد، فراهم می‌نماید. با این حال، همان‌طور که قبلا» به طور مفصل شرح داده شده است، در چنین تغییراتی باید به ویژگی‌های خاص هر زمینه توجه نمود؛ تغییرات مذکور همچنین باید نسبت به سیستم‌های غذایی سنتی و شیوه‌های زندگی حساس باشد و در عین حال تضمین نماید که هنگام دسترسی به این فناوری‌های جدید شکاف فرصتی ایجاد نمی‌شود.

مطالعه موردی: Azure Farm Beats [۳۵]

Azure FarmBeats با مایکروسافت در زمینه فعال نمودن کشاورزی مبتنی بر داده مشارکت دارد. در اینجا اعتقاد بر این است که داده‌ها همراه با دانش و بینش کشاورز در زمینه ی مدیریت مزرعه خود می‌تواند به افزایش بهره وری مزرعه و کاهش هزینه‌ها کمک نمایند. با این حال، دریافت داده‌ها از مزرعه بسیار دشوار است، زیرا اغلب در مزرعه برق یا اینترنت در مزرعه وجود ندارد. به‌عنوان بخشی از این پروژه، FarmBeats در حال ساخت چندین راه حل منحصر به فرد جهت حل این مشکلات با استفاده از حسگرهای کم هزینه، پهپادها و الگوریتم‌های بینایی و یادگیری ماشین است. به گفته محققان اصلی FarmBeats، نیاز به برجسته نمودن یک موضوع برای آینده بشر وجود دارد و آن این است که هوش مصنوعی جایگزین دانش بشری نمی‌شود، بلکه میزان آن را افزایش می‌دهد.

اقتصاد دورانی

افزایش تصاعدی تعداد دستگاه‌های دیجیتال با افزایش حداکثری زباله‌های الکترونیکی همراه بوده و تقاضا جهت مصرف مواد خام لازم برای ساخت آن‌ها افزایش یافته است. این مشکل نیاز به مدل پایدارتر در تولید و استفاده گسترده‌تر ایجاد نموده است، زیرا تعداد دستگاه‌های ICT در جهان همچنان رو به افزایش است. مدل اقتصاد دایره‌ای مبتنی بر این ایده است که مواد قبل از این که به طور کامل از چرخه استفاده خارج شوند، باید چندین بار از چرخه تولید، استفاده و پردازش مجدد عبور کنند [۳۶]. در حال حاضر از منظر دیجیتال‌سازی، هدف استفاده ی مجدد، تعمیر، تغییر استفاده و هدف‌گذاری مجدد[1] از

1. Euse, repair, and repurpose

دسـتگاه‌های دیجیتالـی ایـن اسـت کـه مـورد اسـتفاده ی مجـدد قـرار گیرنـد تـا طـول عمـر محصـولات خـود را افزایش دهنـد و دسـتگاه‌های دیجیتالـی دور ریخته‌شـده را از طریـق بازیافـت فلـزات و مـواد جاسـازی شـده کـه هنـوز دارای ارزش حیاتـی هسـتند، بازیافـت نماینـد [۳۷]. ایـن رویکـرد وعـده ی کاهـش انتشـار گازهـای گلخانـه‌ای، کاهـش زباله‌هـای سـمی و هزینـه تولیـد را می‌دهد کـه می‌توانـد باعـث تسـریع رونـد افزایـش دیجیتالـی شـدن شـود. از ایـن رو بـا بهبـود قابلیـت ردیابـی و تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـا جهـت مدیریـت منابـع، اقتصاد دورانـی را می‌تـوان جهـت کمـک بـه تسـهیل تحـول دیجیتالـی مـورد نیـاز و در عیـن حـال بـه حداقـل رسـاندن اثـرات زیسـت محیطـی ، بهینـه نمـود.

مطالعه موردی: طرح اقدام اقتصاد دورانی [۳۷]

اتحادیـه اروپـا بـا درک ضـرورت کاهـش مصـرف منابـع طبیعـی، در حـال توسـعه یـک برنامـه جدیـد در راسـتای اقتصـاد دورانـی اسـت. هـدف ایـن اتحادیـه تسـریع انتقـال بـه سـوی یک مـدل رشـد احیاءکننـده بـا دو برابر نمـودن میـزان مـواد دورانـی مـورد اسـتفاده تـا سـال ۲۰۳۰ و در عیـن حـال حفـظ رقابـت اقتصـادی ایـن بلـوک تجـاری اسـت. در همیـن راسـتا کمیسـیون اروپـا قوانینـی را در مـورد محصـولات پایـدار از جملـه: طراحـی محصول و توانمندسـازی بیشتر مصرف-کنندگان پیشنهاد نمود. کمیسیون زنجیره‌هـای ارزش، محصـولات کلیـدی را به‌عنـوان اهدافـی در ایـن طـرح شناسـایی کرده اند که شـامل ICTS، باتری، پلاسـتیک و منسـوجات می‌شود.

بهره وری انرژی و تحول در بخش الکتریسیته

فناوری‌هـای جدیـد امـکان اسـتفاده از خودروهـای اتوماتیـک، سیسـتم‌های خانـه ای هوشـمند و اسـتفاده از فنـاوری یادگیـری ماشـینی را بـه وجـود

آورده انـد کـه تمامـی آنهـا امیدهایـی را جهـت افزایـش بهـره‌وری گسـترده ایجـاد نمـوده انـد. در حالـی کـه دیجیتال‌سـازی بـا بخـش هـای زیـادی در ارتبـاط اسـت، آژانـس بین‌المللـی انـرژی بـه ایـن نتایـج دسـت یافـت کـه دیجیتال‌سـازی احتمـالا بیشـترین تأثیـر را بـر بخـش حمل‌ونقـل خواهـد داشـت؛ بخشـی کـه - در بلنـد مـدت و در بهتریـن سـناریو افزایـش کارآیـی بـه دلیـل اتوماسـیون و اشـتراک خـودرو- ممکـن اسـت مصـرف انـرژی را بـه نصـف سـطح امـروزی کاهـش دهـد [۳]. بـا ایـن حـال، اثـرات بازگشـتی مرتبـط بـا افزایـش سـفر نیـز ممکـن اسـت منجـر بـه افزایـش قابـل توجهـی در مصـرف انـرژی شـود. آژانـس بین‌المللـی انـرژی پیش‌بینـی می‌کنـد، در سـاختمان‌ها در صـورت اسـتفاده از داده‌هـای آنـی جهـت بهبـود کارآیـی عملیاتـی، به‌عنـوان یـک مثـال، مصـرف انـرژی از طریـق پیش‌بینـی نیازهـای گرمایشـی و سرمایشـی، حـدود ۱۰ درصـد کاهـش می‌یابـد. [۳]. نـگاه بـه مصـرف انـرژی توسـط خـود فناوری‌هـای دیجیتـال و روندهـای جهانـی در ترافیـک اینترنـت نشـان می‌دهـد کـه در سـال ۲۰۲۰، سـهم بـرق مـورد اسـتفاده توسـط مراکـز داده و شـبکه‌های انتقـال داده، علی‌رغـم وجـود ترافیـک اینترنـت و حجـم کاری در مراکـز داده، سـهم بـرق مـورد اسـتفاده توسـط مراکـز داده و شـبکه‌های انتقـال حـدودا» یـک درصـد از مصـرف بـرق جهانـی را تشـکیل می‌دهـد. از ایـن رو پدیـده‌ی حاضـر بـه پیشـرفت سـریع در بهـره وری انـرژی نسـبت داده می‌شـود [۳۹].

بـه دلیـل فرصت‌هـای ایجـاد شـده در اثـر فعالیـت و بخـش هـای سـاختمانی، آژانـس بین‌المللـی انـرژی بیشـترین پتانسـیل تحـول دیجیتالـی را بـه بخـش الکتریسـیته نسـبت می‌دهـد، در اینجـا چهـار فرصـت خـاص شناسـایی شـده‌اند کـه عبارتنـد از [۳]:

۱. امـکان پاسـخگویی هوشـمند بـه تقاضـا؛ بـه معنـای سیسـتم‌های برقـی

متصل به هم که به کاربران و دستگاه‌ها این اجازه را می‌دهد تا در مورد زمان مصرف و عدم مصرف برق از شبکه، اختیارات بیشتری داشته باشند.
۲. ادغام بهتر انرژی‌های تجدیدپذیر گوناگون در شبکه انرژی با بهینه‌سازی، ذخیره‌سازی و پاسخگویی به تقاضای دیجیتالی فعال.
۳. استفاده از فناوری‌های شارژ هوشمند در خودروهای برقی، امکان شارژ مجدد در زمان اوج مصرف برق را فراهم می‌کند و به نوبه خود از سرمایه‌گذاری‌های پرهزینه در زیرساخت‌های برقی اضافه جلوگیری می‌نماید.
۴. توسعه منابع انرژی توزیع شده؛ مثلاً پنل های انرژی خورشیدی و موضوع انرژی اضافی که تولیدکنندگان می‌توانند به شبکه بفروشند.

ریسک‌ها

دنیای دیجیتال نه تنها فرصت‌هایی را برای حفاظت از دنیای طبیعی ما به ارمغان می‌آورد، بلکه چالش‌های بزرگی نیز به همراه دارد. دیجیتال به معنای غیر مادی نیست: زمانی که عمر دستگاه‌ها به پایان می‌رسد، شاهد تولید بیش از حد دستگاه‌ها و استفاده بیش از حد و در پی آن از دست دادن منابع هستیم. اشیاء دیجیتالی که به طور نامناسب دور ریخته شده‌اند در قالب زباله‌های الکترونیکی به تخریب محیط زیست می افزایند و اثرات فاجعه باری بر اکوسیستم‌های محلی و منطقه‌ای از جمله سلامت انسان می گذارند.

اندازه‌گیری تأثیر زیست محیطی دنیای دیجیتال

وقتی نوبت به کمّی نمودن تأثیرات زیست محیطی دنیای دیجیتال می‌رسد، می‌توان از شاخص های مختلف زیست محیطی جهت نشان دادن استفاده از منابع بهره برد. از این رو به‌عنوان یک رویکرد تحلیلی در چرخه عمر، چهار شاخص رایج عبارتند از [۴]:

. کاهش منابع غیر زنده (ADP[1]): مشارکت در کاهش منابع تجدیدناپذیر (به ویژه مواد معدنی) که بر حسب کیلوگرم در زمان استخراج بیان می‌شوند.
. گرمایش جهانی (GW[2]): انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو که به گرمایش جهانی کمک می‌کند و بر حسب کیلوگرم CO2 بیان می‌شوند.
. آب: ایجاد تنش بر منابع آبی ناشی از دنیای دیجیتال، که بر حسب حجم آب (لیتر یا متر مربع از آب) بیان می‌شوند.
. انرژی اولیه (PE[3]): از منابع مختلف انرژی اولیه جهت تولید انرژی مورد نیاز برای تأمین انرژی دنیای دیجیتال (مانند واکنش هسته‌ای، احتراق زغال سنگ یا تشعشع خورشیدی) استفاده می‌شود که بر حسب مگاژول یا کیلووات ساعت در واحد زمان بیان می‌شود.
در حالی که مصرف الکتریسیته به خودی خود یک شاخص زیست محیطی محسوب نمی‌شود، اما فاکتور مهمی به شمار می‌رود که باید در هنگام ارزیابی اثرات زیست محیطی فناوری‌ها در نظر گرفته شود، زیرا بدون عرضه ثابت انرژی، به کارگیری فناوری آن‌طور که امروزه می‌شناسیم امکان‌پذیر نخواهد بود. به‌عنوان یک شاخص، برق معمولاً بر حسب کیلووات ساعت (کیلو وات ساعت) در واحد زمان بیان می‌شود.
با اشاره بر شکل ۳ که نم ای کلی از سهم دنیای دیجیتال در ردپای کلی بشریت را نشان می‌دهد. باید اذعان نمود ممکن است این درصدها در مقایسه با آن بزرگ به نظر نرسند، اما می‌توان تصور نمود که تأثیر کلی آن در حد و اندازه یک قاره هفتم -دو تا سه برابر اندازه فرانسه است- است [۴]. از این رو با تمرکز بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، ردپای کربن دنیای دیجیتال تقریباً به اندازه صنعت هوانوردی است [۴۰]. با توجه به پیش‌بینی‌های روندی، انتظار می‌رود تأثیر کلی دنیای دیجیتال در سال‌های آینده به حدود ۲ یا ۳ برابر مقدار فعلی افزایش یابد [۴].

1. Abiotic Resource Depletion
2. Global Warming
3. Primary Energy

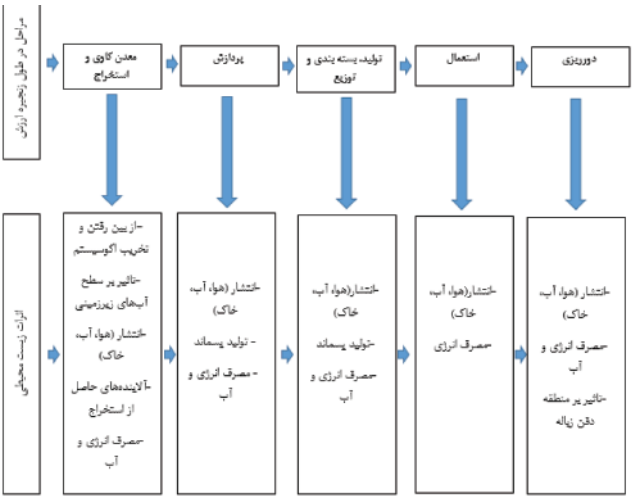
از این رو انتظار می‌رود بیشترین میزان سهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد که عمدتاً به دلیل (به استثنای رشد تعداد کاربران) افزایش اشیاء متصل، دو برابر شدن اندازه صفحه نمایش‌ها و کاهش بهره وری انرژی و تجهیزات در کشورهای در حال توسعه است [۴]. بسته به منبع، افزایش کم و بیش زیاد در مصرف انرژی به مراکز داده نسبت داده می‌شود که میزان آن از ۳ تا ۲۱ درصد کل تقاضای برق تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی می‌شود [۳] [۵]. علاوه بر در نظر گرفتن شاخص‌های زیست محیطی خاص، تأثیر زیست محیطی دنیای دیجیتال را می‌توان بر اساس رده (به‌عنوان مثال، تجهیزات کاربر، مراکز داده و شبکه‌ها) و بر اساس مرحله چرخه عمر (به‌عنوان مثال، ساخت، استفاده، دفع) تقسیم نمود. هنگام تجزیه‌وتحلیل شاخص های مختلف در طول چرخه عمر، تصویر مشابهی پدیدار می‌شود: در حال حاضر، منبع اصلی اثر صاعقه‌ای از انتشار گازهای گلخانه‌ای در ساخت تجهیزات[1] کاربر و تولید برق جهت تأمین انرژی آن ناشی می‌شود که بین ۵ تا ۸۴ درصد از کل تأثیر را به خود اختصاص می‌دهد [۴]. تهی شدن منابع و تأثیر آن بر روی آب، ارتباط بسیار قوی با ساخت تجهیزات کاربر دارد [۴]. تولید تجهیزات منجر به ایجاد سلسله مراتبی از ضربه پیشرو می‌گردد، که با توجه به تعداد بسیار زیاد دستگاه‌های ساخته شده - حداقل ۳۴ میلیارد دستگاه در سال ۲۰۲۰ (هشت نفر برای هر کاربر درصورتی‌که تجهیزات به طور مساوی توزیع شده باشند) تعجب آور نیست [۴]. از رایج‌ترین دستگاه‌ها، گوشی‌های هوشمند (تقریباً ۳/۵ میلیارد)، سایر تلفن‌ها تقریباً ۳/۸ میلیارد)، تلویزیون‌ها و صفحه نمایش‌های رایانه (تقریباً ۳/۱ میلیارد) و اشیاء متصل (تقریباً ۱۹ میلیارد) هستند [۴].

1. User equipment

بهره‌برداری از مواد معدنی حیاتی[1]

از آنجایی که تولید تجهیزات کاربردی بیشترین ارتباط را با تأثیرات زیست محیطی دارد (به بخش بالا مراجعه کنید)، شایسته ی نگاه دقیق‌تر است. دستگاه‌های دیجیتالی که ما امروزه از آنها استفاده می‌کنیم، میزبان ترکیب پیچیده‌ای از مواد هستند به‌عنوان مثال صفحه‌های نمایش به تنهایی از ۱۴عنصر مختلف تشکیل شده‌اند [۴۱]. هفت عنصر زیر جهت تحولات دیجیتال اهمیت زیادی دارد: گالیم (به‌عنوان مثال، برای نیمه هادی‌ها استفاده می‌شود)، ژرمانیوم (به‌عنوان مثال، مورد استفاده در کابل های فیبر نوری)، ایندیم (به‌عنوان مثال، برای نمایشگرهای LCD استفاده می‌شود)، خاک‌های کمیاب (دیسپروزیم، نئودیمیم و پراسئودیمیم). سلنیوم (مثلاً برای فتوولتائیک های لایه نازک استفاده می‌شود)، تانتالیوم و تلوریوم (مثلاً برای دستگاه‌های خنک کننده ترموالکتریک و سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود) [۴۱]. علی رغم استفاده از این منابع به میزان کم در هر دستگاه، اما تولید تعداد بسیار زیاد دستگاه‌ها در مجموع تأثیرات زیست محیطی عظیمی را برجای می‌گذارد. استخراج و تولید منابع نقش مهمی در فرآیندهای تخریب زیست محیطی فعلی که در سراسر جهان اتفاق می‌افتد؛ البته نه لزوما با دیجیتال‌سازی، بلکه به طور کلی ایفا می‌کند. بر اساس گزارش پانل منابع بین‌المللی[2] در سال ۲۰۱۹، حدود ۹۰ درصد از کل تلفات تنوع زیستی و تنش آبی را می‌توان به استخراج و فرآوری منابع نسبت داد [۴۲]. شکل زیر (شکل ۴) نمای کلی از انواع مختلف آسیب‌های زیست محیطی در طول زنجیره ارزش منابع را ارائه می‌دهد.

1. The Exploitation of Critical Minerals
2. InternationalResource Panel



شکل ۴تأثیر محیطی استخراج منابع در طول زنجیره ارزش
(منبع: تصویر شخصی تهیه شده توسط کرانرت (۲۰۱۷) [۳۶])

همان‌طور که از شکل بالا مشهود است، بهره‌برداری از منابع باعث ایجاد انبوهی از چالش‌های زیست محیطی می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به انتشار کربن که به تغییرات آب‌وهوایی دامن می زند، تغییر کاربری که بر تنوع زیستی تأثیر می‌گذارد (با جابجایی گونه‌های در معرض خطر یا از دست دادن کامل زیستگاه‌هایشان)، استفاده بیش از حد از آب، و آلودگی از طریق زهکشی معدن اسیدی، تخلیه فاضلاب، دفع پسماندها و در نهایت ضایعات معدنی عمومی (مانند مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین) اشاره نمود[۳]. از این رو نیاز فزاینده‌ای جهت مقابله با انتشار ناشی از استخراج مواد معدنی وجود دارد، به‌ویژه موضوع حرکت به سوی انرژی پاک‌تر که توسط بسیاری از ایالت‌ها دنبال می‌شود به شدت به مواد معدنی وابسته است. از آنجایی که انتظار می‌رود خطرات ذکر شده در بالا مرتبط

با معدن کاوی و استخراج به طور بالقوه منجر به ایجاد اختلال در عرضه می شود، بسیار مهم است که به آن‌ها رسیدگی شود - در غیر این صورت گذار موفقیت آمیز به انرژی پاک می‌تواند به تعویق بیفتد [۳].

ضرر ناشی از پایان عمر منابع و زباله‌های الکترونیکی

با افزایش دیجیتال‌سازی، تعداد دستگاه‌های تولید شده نیز افزایش می‌یابد. همان‌طور که در بخش بالا مورد بحث قرار گرفت، این موضوع خود باعث اثرات زیست محیطی قابل توجهی می‌شود: هنگامی‌که یک دستگاه خریداری می‌شود، آلودگی قابل توجهی در محیط زیست رخ داده است. بنابراین استفاده طولانی مدت (دوباره) و نجات منابع امری مهم تلقی می شود. با این حال، در واقعیت، وقتی دستگاه‌ها به مرحله ی پایان عمر خود می‌رسند، اغلب بدون بازیابی مواد با ارزشی که می‌توان از آن‌ها در آینده استفاده نمود، دور انداخته می‌شوند. تنها در سال ۲۰۱۹، تلفات ناشی از منابع ثانویه در جریان زباله‌های الکترونیکی ۵۷ میلیارد دلار تخمین زده شد و ۵۳/۶ میلیون تن زباله الکترونیکی رها شده در محیط زیست رکوردی جدیدی را به نام خود ثبت کرد [۶]. در حال حاضرزباله‌های الکترونیکی سریع‌ترین جریان زباله در حال رشد در جامعه‌ای بوده و بسیار پرمصرف هستند: بشریت از سال ۱۹۰۰ حدود ۲۵۰۰ گیگاتن زباله و گازهای گلخانه‌ای را در محیط زیست تخلیه کره است که تقریباً یک‌سوم آن در ۲۰ سال گذشته تولید شده است [۴۳]. زباله‌های الکترونیکی به دلایل متعددی نوعی زباله مشکل ساز هستند: اول این که، اغلب به طور غیرقانونی به کشورهای در حال توسعه حمل می‌شوند و احتمال دفع ایمن آن‌ها در این کشورها بسیار پایین است. به علاوه، بسیاری از اجزای زباله‌های

الکترونیکی سمی و اسیدی هستند که می‌توانند اثرات نامطلوبی بر سلامتی افرادی که احتمالا در معرض آنها قرار گرفته اند، بگذارد. به‌عنوان مثال تخلیه غیرقانونی زباله بر اکثر جمعیت‌های محلی که بدون رعایت اصول حفاظتی در اطراف محل‌های غیرقانونی تخلیه زباله‌های الکترونیکی زندگی می‌کنند، اثر می گذارد. به دلیل ترکیبات پیچیده مواد موجود در تجهیزات فنی، دفع ایمن زباله‌های الکترونیکی به ظرفیت بازیافت در سطح صنعتی نیاز دارد که اغلب در مناطقی که زباله‌ها دفن می‌شوند، وجود ندارد. بنابراین این چرخه ممکن است هزینه‌های زیست محیطی و اجتماعی قابل توجهی در سطح محلی و جهانی داشته باشد که می‌تواند با افزایش پذیرش دیجیتال تشدید شود. در کنار تولید و مصرف بیش از حد معمول، زباله‌های الکترونیکی مسئول اصلی یک بحران جدی محسوب می‌شوند: کالاها توسط تولیدکنندگان بدون اینکه مسئولیت ضایعاتی آن را بپذیرند، تولید می‌گردند. گاهی به طور کامل محصولات پیش از تولید برای ایجاد ضایعات طراحی می‌شوند (کهنه شدن برنامه‌ریزی شده[1]). اینجاست که ترویج یک طرز فکر دورانی و ایجاد مدل کسب و کارهای جدید نقش مهمی ایفا می کند.

اثرات بازگشتی[2]

اثرات بازگشتی به بهره وری یا سود منابعی اشاره دارد که به طور جزئی یا کامل با استفاده مکرر یا فشرده‌تر از یک محصول یا خدمات جبران می‌شود. به‌عنوان مثال ممکن است تحت تاثیر برخی شرایط، با سفارش آنلاین کالا، نسبت به زمانی که ماشین به فروشگاه رفت و آمد داشته باشد، در میزان انتشار کربن صرفه‌جویی گردد. با این حال، اگر امکان تجارت الکترونیک وجود داشته باشد،

1. Planned obsolescence
2. Rebound-Effects

احتمالاً افراد بیشتری به مصرف بیشتر یا حتی بیشتر از آنچه که می خواهند ترغیب شوند که بدین ترتیب تعداد دفعات مصرف افزایش خواهد یافت. در این صورت میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ذخیره شده تا حد زیادی با انتشارات ناشی از انبوه سفارش‌های آنلاین که باید تحویل داده شوند، جبران می‌شود. به‌عنوان مثال، در ایالات متحده، بازگشت کالا سبب افزایش آلودگی در حدود ۱۶ میلیون تن CO_2 در سال ۲۰۲۰ شده است [۴۴] که این مقدار بیش از میزان انتشار صورت گرفته توسط ۳ میلیون خودرو در طول یک سال است. نمونه جالب دیگری از اثر بازگشتی در دنیای دیجیتال، صفحه نمایش‌های تلویزیون است. درحالی‌که مصرف انرژی صفحه‌های تلویزیون در سال‌های گذشته به طور قابل توجهی کاهش یافته است [۴۵] از طرفی مقادیر انرژی مصرفی به دلیل افزایش اندازه صفحه افزایش یافته است. دلیل این امر آن است که کاربرد فناوری کارآمدتر و جذاب‌تر در محصولات جدید باعث می شود که صفحه نمایش‌های بیشتری خریداری می‌شود، این پدیده یک اثر بازگشتی مستقیم[1] است. اولین توصیف از اثرات بازگشتی است را می‌توان در کتاب اقتصاددان ویلیام جونز استانلیا در یک یادداشت تاریخی جالب تحت عنوان "مسئله زغال سنگ"[2] یافت. ایشان در این یادداشت به تدریج افزایش ذخایر زغال سنگ بریتانیا را به دلیل استفاده مؤثرتر انرژی موجود در زغال سنگ پیش‌بینی کرده بود [۴۶]. امروزه، پارادوکس جوونز[3] به پدیده ی افزایش تقاضا برای یک ماده خام پس از افزایش اثربخشی استفاده از همان ماده اشاره دارد (در زمان ویلیام جوونز این پدیده استفاده از موتورهای بخار برای سوزاندن زغال سنگ بود).

1. Direct rebound effect
2. The Coal Question
3. Jevons paradox

داده‌های زیست محیطی

"چگونه می‌توانیم از تأثیر مثبت داده‌های زیست محیطی بر پایداری اطمینان حاصل کنیم؟"

منابع داده‌ای متعدد این پتانسیل را دارند که جهت نظارت بر وضعیت و تغییرات زیست محیطی، هدایت تصمیم‌گیری ها و ترویج اقداماتی که پایداری زمین را افزایش می‌دهند، استفاده شوند. این داده‌ها طیف گسترده‌ای از متغیرهای زیست محیطی را در برمی‌گیرند (جدول ۳) و در صورت مطلوبیت در راستای هدف مورد نظر، می‌توانند به صورت مؤثر شکاف‌های بین دانش موردنیاز جهت اطلاع از ابتکارات پایداری زیست محیطی و مقابله و سازگاری با تغییرات اقلیمی را کاهش دهند. همچنین این منابع داده‌ای می‌توانند ماهیت عددی داشته باشند. بنابراین داده‌ها می‌توانند به اشکال غیر عددی باشد که امکان ارائه تفسیری از طبیعت و تغییرات آن را از دیدگاه‌های مختلف فراهم می‌کنند. گاهی اوقات از این داده‌ها به‌عنوان راهنمای توسعه خط‌مشی‌ها و توصیه‌ها استفاده می‌شود. با این حال، داده‌های منابع مختلف اغلب به صورت آشکار در دسترس نیستند یا در چهارچوب استانداردی که امکان تلفیق، مقایسه و استفاده آسان از آن‌ها فراهم باشد، قرار ندارند. اجرای اصول حکمرانی داده‌ها که ملاحظات اخلاقی مهمی را در نظر می‌گیرد، می‌تواند در ترویج روش‌هایی که در پی آن داده‌های بیشتری را به طور گسترده و عادلانه در دسترس قرار داده و به طور مؤثر در راستای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد باشد، مورد استفاده قرار گیرد. دو دسته از اصول کلیدی برای حکمرانی داده وجود دارد که توصیه‌های این گزارش حول محور آن‌ها متمرکز شده‌اند. یک مجموعه از این اصول از قابلیت اطمینان، قابلیت دستیابی،

هم‌کنش‌پذیری و همچنین امکان استفاده مجدد از داده‌ها که معمولاً به‌عنوان اصول FAIR[1] نامیده می‌شود، حمایت می‌کند [۴۷]. مجموعه دوم، اصول CARE[2] جهت حکمرانی داده‌های بومی است که به سمت افراد و هدف جهت گیری نموده و با استفاده از اصول منفعت جمعی، قدرت کنترل، احساس مسئولیت و اصول اخلاقی در حصول اطمینان از اینکه داده‌ها از نوآوری بومی و حق تعیین سرنوشت پشتیبانی[3] می‌نمایند [۴۸]. اصول CARE مکمل اصول FAIR می باشد که قبلاً شرح داده شده است [۴۹]. هر دو مجموعه از اصول در قلب توصیه‌های خط‌مشی این گزارش قرار دارند که هدف آن‌ها ترویج این موضوع است که داده‌های زیست محیطی به صورت آشکار و به شیوه‌ای مناسب در فرهنگ‌های متنوع به اشتراک گذاشته شوند. در اینجا سه توصیه خط‌مشی برای داده‌های زیست محیطی ارائه می‌شود:

۱)ترویج استانداردهای جهانی و هماهنگ سازی داده ها
۲)حصول اطمینان از قابلیت دستیابی به داده‌های زیست محیطی از جمع‌آوری تا درک مفهوم آن‌ها
۳)افزایش همکاری‌ها در راستای به حداکثر رساندن اثرات مثبت رقومی سازی اطلاعات زیست محیطی

1. Findability, accessibility, interoperability, and reusability
2. Collective benefit, authority to control, responsibility, and ethics
3. Self-determination

انواع	مشخصات
هوا، اتمسفر	متغییرهای جوی، کیفیت هوا، مکان‌های اندازه‌گیری و سایر تغییرات در طول زمان
پوشش زمین	تغییر کیفیت جنگل‌ها، درختان، علفزارها، محصولات زراعی، کویر، برف، مناطق احیاء شده و تخریب شده در طول زمان
کاربری اراضی	تغییر در کالاها (نظیر استخراج از معادن، مزارع)، مناطق حفاظت شده، کشاورزی، زمین‌های طبیعی و حمل و نقل در طول زمان
تنوع زیستی	تغییر در زون‌ها، زیستگاه و انقراض گونه‌های جانوری در طول زمان
زباله	تغییرات در زباله، آلودگی و آلایندگی و سایر رویدادها در طول زمان
آب	تغییر در کیفیت رودخانه‌ها، نهرها، تالاب‌ها، جنگل‌های حرا، مناطق حفاظت شده، آب‌های زیرزمینی، سدها، زیرساخت‌ها، مکان‌های اندازه‌گیری و سایر رویدادها (نظیر خشکسالی، سیل) در طول زمان
دریایی	تغییر در کیفیت اقیانوس‌ها، دریاها، شیلات، صخره‌های مرجانی، مناطق حفاظت شده، میزان درجه حرارت، مکان‌های اندازه‌گیری و زیرساخت‌ها در طول زمان
سنگ کره (کرایوسفر)	وسعت صفحه‌ی یخی، یخچال‌های طبیعی و داده‌های کوهستان
اقلیم	پیش‌بینی آب‌وهوا، انتشار کربن و منابع کربن از جمله پیش‌بینی‌های تاریخی، فصلی و دهه‌ای
اقلیم	پیش‌بینی آب‌وهوای فعلی و گذشته و همچنین احتمال وقوع حوادث شدید در آینده
بصری	سوابق عکاسی، عکس‌های سری زمانی، نقشه‌برداری اراضی جنگلی (استفاده از فناوری جغرافیایی فضایی)
دانش بومی و محلی (ILK)	ارائه پرسشنامه‌ها و تحقیق، راه اندازی کارگاه‌ها و رویدادها، تفسیر الگوها یا وقایع آب‌وهوایی، تفسیر رفتار حیوانات جهت تصمیم گیری و الگوهای کشاورزی
سایر	اطلاعات رسانه‌های اجتماعی، عواطف و رفتار انسانی، مالی و سایر منابع داده‌ای غیرمرسوم

جدول ۳ انواع داده‌های زیست محیطی و متغیرهای رایج

مجموعـه‌ای از کل داده‌هـای زیسـت محیطـی وجـود دارنـد که می‌تـوان از آن‌ها جهـت درک وضعیت زیسـت محیطی موجود و اطلاع رسـانی سیاسـت‌ها اسـتفاده نمـود (جـدول ۴ را ببینیـد). عـلاوه بر این، این مجموعـه داده‌ها امـکان ارزیابی اینکه چطـور و چگونـه مجموعـه داده‌های منتخب به تحقیقـات، ابتکارات و سیاسـت‌های مرتبـط جهانـی کمک می‌کننـد را فراهـم نموده‌اند. همچنیـن امـکان ارزیابی اینکه چگونـه تجزیه‌وتحلیـل ایـن مجموعـه داده‌هـا می‌توانـد باسیاسـت‌های موجـود

همسو شده یا به سیاست‌های در دست توسعه کمک کند، فراهم شده است. از این رو می‌بایست مجموعه داده‌هایی را که دارای پوشش جهانی هستند، اولویت بندی کرده و در نظر گرفت که آیا مجموعه داده‌ها دارای شرایط حق نشر هستند یا نه؟. به علاوه، باید مشخص شود که آیا مجموعه داده‌های در دسترس رایگان هستند و توسط ارائه‌دهندگانی قابل اعتماد میزبانی می‌شوند یا خیر؟. هنگام ارزیابی مناسب بودن استفاده از مجموعه داده‌های موجود، باید پیروی یا عدم پیروی داده‌ها از توصیه‌های ذیل را در نظر گرفت:

جدول ۴ مجموعه داده‌ها و پروژه‌های زیست محیطی که می‌توانند برای درک وضعیت محیط زیست مورد استفاده قرار گیرند و برای اطلاع رسانی سیاستی استفاده شوند. نکته :هر فهرستی در اینجا به معنای انطباق با اصول FAIR یا CARE نیست.

نام پروژه	توضیحات مختصر	ذینفع	موقعیت	لینک به وب سایت	حامیان مالی / شرکا
Data Watch	مشاوره خط‌مشی، پشتیبانی داده، داده بانی مستقل	دفاتر ملی آمار و کشورهای عضو	واشینگتن دی سی	https://opendatawatch.com/	
کدهای CODES	CODES یک جامعه باز چند سهامدار متشکل از ایجادکنندگان و دست اندرکاران تغییر است که به دنبال همکاری در تسریع روند ایجاد یک سیاره دیجیتال جهت پایداری هستند	بخش خصوصی، عمومی، دانش شهروندی، دانشگاهی، سازمان‌های غیردولتی	ژنو	https://www.sparkblue.org/CODES	UNDP ،UNEP، شورای بین‌المللی علوم، آژانس محیط زیست آلمان، وزارت محیط زیست و جنگلداری کنیا، آینده زمین ، و پایداری در عصر دیجیتال.
GESI	Gesi محرک برنامه پایداری ICT است که با توسعه و استفاده از ابزارهای آن، مشارکت در سیاست‌های مربوطه کنداکتور گیری می‌شود.	بخش خصوصی	بلژیک	https://gesi.org/	
برنامه کوپرنیک اتحادیه اروپا - داده‌های آب‌وهوایی برای سیاست‌گذاران	گزارش سالانه در مورد وضعیت محیط زیست برای اروپا و خارج آن	اتحادیه اروپا	ECMWF - Reading UK (بولونیا، ایتالیا به روی)	https://climate.copernicus.eu/climate-data-policymakers	EU
ISC، زمین آینده	پلتفرم تحقیقاتی بین‌المللی ارائه دانش و پشتیبانی برای سرعت بخشیدن به تحولات به یک دنیای پایدار.	شبکه بین‌المللی	بین‌المللی	https://futureearth.org/ & https://council.science/what-we-do/affiliated-bodies/future-earth/	

علوم اقیانوسی سازمان ملل متحد	داده‌های اقیانوس‌شناسی و دریایی	سازمان ملل متحد	پاریس، فرانسه	https://www.oceandecade.org/	
IS-ENES3 اتحادیه اروپا	زیرساخت و انتشار داده‌های آب‌وهوایی	پروژه H2020 اتحادیه اروپا	اتحادیه اروپا	https://is.enes.org/ & https://portal.enes.org/services	خدمات عمده اقلیم اروپا و دفتر Met
سی دی های ناسا آمریکا	خدمات داده‌های آب‌وهوا توسط ناسا	شرکت ایالات متحده آمریکا	ایالات متحده آمریکا	https://www.nccs.nasa.gov/services/climate-data-services	
بار جهانی بیماری ها	پایگاه داده بیماری‌های انسانی توسط IHME	دانشگاه	واشنگتن، آمریکا	http://www.healthdata.org/gbd/2019	
آرشیو CEDA انگلستان	داده‌های جوی	دولت بریتانیا	بریتانیا	https://archive.ceda.ac.uk/	
پایگاه داده محیطی CEH-NERC بریتانیا	داده‌های زیست محیطی	UK Gvt	بریتانیا	https://www.ceh.ac.uk/data	
پایگاه داده شیوع بیماری‌های حیوانی OIE-WAHIS	داده‌های مربوط به بیماری‌های حیوانی	بین‌المللی	پاریس، فرانسه	https://wahis.oie.int/#/home	
پایگاه داده Worldpop	داده‌های جمعیت‌شناختی شبکه‌ای انسانی	بین‌المللی	بریتانیا	https://www.worldpop.org/	https://www.worldpop.org/acknowledgements
ناسا SEDAC	شبکه بندی اجتماعی-اقتصادی، کاربری زمین و سایر داده‌های شبکه‌ای مفید	USA Gvt	نیویورک	https://sedac.ciesin.columbia.edu/	ناسا - دانشگاه کلمبیا
زئو ویکی دام	داده‌های جمعیت‌شناختی دام	جمهوری اسلامی ایران	کنیا	https://livestock.geo-wiki.org/home-2/	FAO, IIASA, ILRI, CGIAR, CCAFS , ...
پایگاه داده اقیانوس جهانی	داده‌های اقیانوس‌شناسی، آب‌وهوا و محیط زیست دریایی	NOAA-NCEI	اشویل، کارولینای شمالی	https://www.ncei.noaa.gov/products/world-ocean-database	ایالات متحده آمریکا (NOAA)
مرکز اطلاعات جهانی تنوع زیستی (GBIF)	پایگاه داده تنوع زیستی (گونه‌های جانوری)	شبکه بین‌المللی	بین‌المللی	https://www.gbif.org/	شبکه بین‌المللی - راه اندازی شده توسط OECD
داده‌های زمینی ناسا	دسترسی آزاد به داده‌های محیطی (کریوسفر، جو و ...)	شرکت ایالات متحده آمریکا	ایالات متحده آمریکا	https://earthdata.nasa.gov/	ایالات متحده آمریکا
پورتال دانش تغییرات آب‌وهوایی بانک جهانی (CCKP)	داده‌های جهانی در مورد آب‌وهوای تاریخی و آینده، آسیب‌پذیری ها و تأثیر در راستای سیاست‌گذاران	بانک جهانی	واشنگتن دی سی، ایالات متحده آمریکا	https://climateknowledgeportal.worldbank.org/	بانک جهانی
بانک جهانی	داده‌های مربوط به اقتصاد، شاخص های آسیب‌پذیری و ...	بانک جهانی	واشنگتن دی سی، ایالات متحده آمریکا	https://data.worldbank.org/	بانک جهانی
بانک اطلاعاتی IIASA	داده‌های تغییرات آب‌وهوایی و سناریوهای جمعیتی	IIASA	وین، اتریش	https://iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Databases.en.html	IIASA
نشانه‌های حیاتی سیاره ناسا	داده‌های ماهواره ای برای چندین متغیر	ناسا	JPL کالیفرنیا	https://climate.nasa.gov/earth-now/#/	ایالات متحده آمریکا
NSIDC ناسا	داده‌های کریوسفر (برف، یخچال‌های طبیعی، یخ دریا...)	ناسا	بولدر، کلرادو، ایالات متحده آمریکا	https://nsidc.org/	ایالات متحده آمریکا
ESA Earth آنلاین	داده‌های رصد ماهواره ای (انتشار کربن GOSAT، گرد و غبار، سطح زمین، آتش سوزی جنگل‌ها...)	ESA	پاریس، فرانسه	https://earth.esa.int/eogateway	اتحادیه اروپا
داده.جهان	مخزن داده‌های عمومی - شامل بسیاری از داده‌های محیطی و ... است	بخش خصوصی	آستین، تگزاس، ایالات متحده آمریکا	https://data.world/	شرکت خصوصی
FAOSTAT	داده‌های کشاورزی، دام و زمین	فائو	رم، ایتالیا	https://www.fao.org/faostat/en/	سازمان ملل متحد
داده‌های جهان ما	تحقیقات و داده‌ها برای پیشرفت در برابر بزرگ‌ترین مشکلات جهان.	یو. آکسفورد	آکسفورد، انگلستان	https://ourworldindata.org/	شبکه بین‌المللی

توصیه‌های سیاستی شماره ۱

ترویج استانداردسازی جهانی و هماهنگ‌سازی داده‌های زیست‌محیطی

این توصیه‌های سیاستی بر تقویت ایجاد استانداردهای جهانی همسو با داده‌های زیست محیطی متمرکز بوده و به چگونگی تأثیر طراحی و اصول جمع‌آوری، پردازش و استفاده از داده‌ها بر درک مفهوم داده‌ها می‌پردازد. از این رو بهبود اشتراک‌گذاری و استفاده از داده‌ها جهت اطلاع رسانی در راستای ارتقای پایداری و سیاست‌گذاری، نیازمند شفافیت، پاسخگویی، و دسترسی به مدیریت و حکمرانی داده است(به کنوانسیون آرهوس [۵۰] و توافقنامه Escazu مربوطه [۵۱] مراجعه کنید[1]). مجموعه داده‌ها می‌بایست به طور گسترده به همراه منابع اطلاعاتی دیگر قابلیت دسترسی و استفاده داشته باشند. این امر مستلزم ایجاد زیرساخت‌های فناوری و رابطهای مناسبی است که امکان تبادل آزاد و یکپارچه مجموعه‌های داده‌ای را تسهیل می‌کند. در تمامی اهداف کاربردی، منبع داده به مجموعه‌ای از داده‌ها اطلاق می‌شود که مطابق با استانداردهای توصیف شده هستند. منابع داده ممکن است متعلق به چندین نهاد بوده یا توسط چندین نهاد که از مجموعه داده‌های متعددی تشکیل شده‌اند، اداره شوند. علاوه بر این، منابع داده شامل مواردی هستند که تحت نظارت بخش خصوصی یا دولتی قرار دارند. برخی از منابع داده ممکن است در یک صنعت خاص به صورت خصوصی استاندارد شده باشند و برخی دیگر نیز به صورت آشکار در دسترس بوده و نظارت دقیقی بر روی آن‌ها صورت نگیرد. در همین راستا توصیه‌های این گزارش در رابطه با تمام منابع داده قابل تطبیق می باشد. به‌عنوان مثال، مجموعه داده‌ها ممکن است به صورت مجزا یا پیوسته باشند. همچنین ممکن است داده‌ها به طور مستقل از طریق حسگرها، دستگاه‌ها یا مستقیماً توسط افراد جمع‌آوری شوند. از این رو

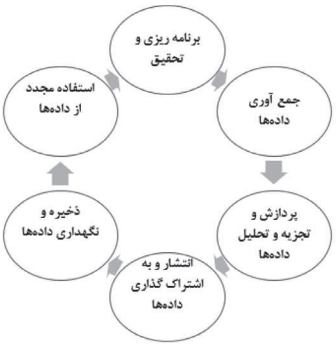
1. Aarhus convention and the related Escazu agreement

توسعه دستورالعمل‌های کابردی جهت حکمرانی داده‌ها، که از اصول FAIR و CARE پیروی می‌کند، کلید استانداردسازی و هماهنگ سازی جهانی داده‌ها می باشد. همچنین حکمرانی داده، بر فرآیند طراحی فناوری و معیارهای اندازه‌گیری کیفیت داده تأثیر گذاشته و شرایط پاسخگویی و شفاف‌سازی منابع داده را فراهم می‌کند. استانداردسازی و هماهنگ سازی جهانی فرآیندهایی هستند که باید ذینفعان متعددی را در برگیرند زیرا داده‌های به اشتراک گذاشته می‌شوند و به دنبال قابلیت همکاری هستند. زمانی که مدل‌های مالی دوام پذیر، شفاف و پایدار باشند باید در راستای تشویق دسترسی آزاد به کار گرفته شوند. از این رو داده‌ها می‌بایست جمع‌آوری، تجزیه‌وتحلیل و بر اساس اصول FAIR مدیریت شوند تا امکان دسترسی عادلانه فراهم شود. از طرفی مجموعه داده‌ها باید شرایطی را ایجاد نمایند تا امکان جست و جوی داده‌ها بدون نیاز به نرم افزار تخصصی و هزینه فراهم باشد. هدف این امر به حداکثر رساندن استفاده از منابع داده‌ای توسط شهروندان، مدارس، مؤسسات دولتی و بخش‌های وسیع می باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، منابع داده‌ای و اصول حکمرانی می‌بایست مطابق با اصول CARE ایجاد شوند که هدف آن‌ها تضمین حقوق مردمان بومی و جوامع محلی (IPLC) در رابطه با استفاده از دانش بومی و محلی (ILK) است. همچنین حقوق صاحبان دانش و داده‌ها بر اساس اصول FAIR حفظ می‌شود. به‌عنوان مثال، پژوهشکده جهانی اطلاعات تنوع زیستی (GBIF)، یک مجموعه داده است که از اصول FAIR پیروی می‌کند. در حال حاضر، کارکنان GBIF با ذینفعان در رابطه با چگونگی به کارگیری اصول CARE به بهترین شکل ممکن مشورت می‌کنند.

توصیه‌های سیاستی شماره ۲

حصول اطمینان از دسترسی به داده‌های زیست محیطی از جمع آوری تا درک مفهوم آن‌ها

این توصیه‌نامه ملاحظاتی را در راستای ایجاد سیاست‌هایی با هدف اطمینان از دسترسی گروه‌های مختلف ذینفعان به داده‌های زیست محیطی و توانایی تفسیر آن‌ها از طریق روش‌های معنادار شرح می‌دهد. تحقق این امر نیاز به طراحی مسیرهای دسترسی در طی چرخه زندگی داده‌ها می باشد(شکل ۵ را ببینید). تمامی این روش‌ها می‌بایست همه‌ی ذینفعان را جهت استفاده کاربردی از داده‌های زیست محیطی توانمند سازند. حصول اطمینان از این امر حیاتی است که همه کشورهای عضو و بازیگران بتوانند فعالانه با داده‌های موجود درگیر شوند و امکان مشارکت مستمر آن‌ها در راستای تلاش برای پایداری جهان فراهم گردد.



شکل ۵ چرخه زندگی داده

(منبع: تصویر شخصی توسط Mosconi و همکاران (۲۰۱۹) [۵۲۲])

هنگام تعریف سیاست‌هایی جهت ارتقای دسترسی عموم به داده های زیست محیطی، می‌بایست بر اساس موارد زیر برنامه ریزی شود: ۱) داده هایی که به تازگی جمع آوری یا تجزیه وتحلیل شده اند؛ ۲) شکل‌های آتی داده هایی که در آینده کسب خواهند شد؛ و ۳)داده های موجود که در حال حاضر به طور گسترده در دسترس عموم قرار نگرفته‌اند. امروزه با استفاده از فناوری های جدید که به طور مستمر در حال پیدایش هستند، مجموعه داده‌های از قبل موجود می‌توانند به روش‌های جدید و در ترکیب با مجموعه داده‌های جدید مجدداً مورد استفاده قرار گیرند تا به بینش‌های زیست محیطی نوآورانه در مقیاس وسیع‌تر که قبلاً امکان‌پذیر نبودند، دست یافت. با این حال، طراحی چنین فناوری هایی باعث میشود افراد بتوانند داده ها را به روش های معناداری جمع آوری نموده و مورد تجزیه‌وتحلیل، مدیریت و تفسیر قرار دهند. این فناوری‌ها اگر برای ذینفعان متعددی طراحی شده باشند، می‌توانند نوید دهنده‌ی حمایت از ذینفعان در راستای درک داده‌های زیست محیطی و تصمیم گیری آگاهانه جهت دستیابی به آینده‌ای پایدار باشد. توجه به سیاست‌های پیرامون داده‌های زیست محیطی در درجه اول باید کاربر محور بوده و در طیف وسیعی از زمینه‌ها مورد استفاده قرار گیرند: بالاترین اولویت لحاظ شده عبارتاند از:

- **برابری در دسترسی** به اطلاعات زیست محیطی از جمله داده‌ها و تفسیر آن‌ها برای گروه‌های مختلف ذینفعان (به‌عنوان مثال: علم، سیاست، صنعت، بخش خصوصی، بومی و محلی و همچنین عموم مردم)؛

- **شفافیت**[1]: برای ۱) درک گردش کارهای اساسی مورد استفاده در راستای جمع‌آوری، تجزیه‌وتحلیل و انتشار داده ها ۲) درک منشأ داده‌ها

1. Transparency

در رابطه با زمان‌بندی مالکیت، نگه‌داری و موقعیت مکانی از طریق پروتکل‌های استاندارد ۳) مدیریت مالکیت، انتشار و استفاده از داده‌ها

- **انتقال و تطبیق اطلاعات** به مخاطبان گسترده و خاص به روش‌های معنی‌دار، متعادل کردن قابلیت تفسیر داده‌های زیست محیطی در مقیاس گسترده و همچنین تجزیه‌وتحلیل نتایج بر حسب نیازهای گروه‌های ذینفع مربوطه.

- تنظیم یک **چارچوب تشویقی که دسترسی محدود به داده‌های آزاد** را مشخص کند، با هدف تشویق گروه‌های مختلف ذینفع و دسترسی گسترده عموم به داده‌ها

دسترسی به داده‌ها صرفاً پس از جمع‌آوری و پردازش داده‌ها جهت انتشار مدنظر نیست، بلکه اجازه‌ی دسترسی به مجموعه داده‌ها باید در تمام چرخه زندگی داده‌ها فراهم باشد. از جمله: رویکرد برای نحوه جمع‌آوری داده‌ها، مجوزها برای انتشار در مرحله جمع‌آوری داده‌ها در زمین‌های خصوصی، استفاده از نرم‌افزار متن باز[1] در راستای شفاف‌سازی و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها تا حدی که امکان طراحی نقاط دسترسی (یعنی API های جهت دسترسی و تبادل داده در سطح پایین)، تهیه و برنامه‌ریزی مسیرهایی جهت ارائه آن اطلاعات به تمامی ذینفعان مربوطه جهت درک و استفاده از آن داده‌ها فراهم شود. علاوه بر این که می‌بایست امکان دسترسی به داده‌ها و روش‌های نمونه‌برداری و آماده‌سازی آن‌ها از مرحله‌ی جمع‌آوری تا درک مفهوم داده‌ها فراهم باشد، همچنین باید از دستورالعمل‌ها و راهنماهای شرایط پذیرش داده‌ها توسط کاربران پیروی نموده و میزان مشارکت کاربران تخصصی را در مجموعه داده‌های جدید افزایش داد. تنها در صورتی داده‌ها و همچنین فرآیند جمع‌آوری و پردازش، شفاف و پذیرفته شده هستند که در دسترس عموم بوده و جهت درک مفهوم داده‌ها قابل استفاده باشند.

1. Open-source software

از این رو مجموعه داده‌ها می‌بایست در تمام مراحل چرخه زندگی خود از اصول FAIR و CARE تبعیت نمایند در قسمت ذیل به چندین نمونه اشاره شده است:

- مشارکت جوامع در برنامه‌ریزی و طراحی فنی فرآیندهای جمع‌آوری داده‌ها؛

- انجام نمونه برداری به روشی که با آداب و رسوم جوامع محلی مطابقت داشته باشد (به‌عنوان مثال، IPLC) و با استفاده از روش‌های مشخص نمونه‌برداری‌ها قابل تکرار و ارزیابی مجدد باشند؛

- کسب مجوز از جوامع محلی جهت انتشار نهایی داده‌ها و کسب اطمینان از اعتبار و صحت منابع داده خود به‌گونه‌ای که برای گروه‌های مربوطه قابل قبول باشد؛

- اگر داده‌های حساس در مجموعه داده نمونه گنجانده شده است، داده‌ها را باید به روشی مناسب بی‌نام کنید و قوانینی را جهت دسترسی یا عدم دسترسی به داده‌های ناشناس تنظیم کنید؛

- قابلیت دسترسی به داده‌ها در صورت ارائه مجوز صریح در راستای یک مجموعه داده خاص که با اصول FAIR و CARE سازگار است؛

- و فراهم نمودن امکاناتی برای ذینفعان به‌گونه‌ای که به داده‌های موردنیاز خود دسترسی داشته و امکان استفاده از داده‌ها را در هر شرایطی را فراهم نماید.

تمامی ذینفعان مانند تصمیم گیرندگان، محققان، و گروه‌های فرهنگی خاص یا سایر جوامع باید بتوانند مفهوم داده‌ها را درک کنند. قابلیت استفاده از روابط و تفسیرپذیری داده‌ها می‌بایست

به صورت یکپارچه در تمام مراحل چرخه عمر داده امکان‌پذیر باشد. از این رو هنگام کار با ILK و IPLC، رعایت اصل رضایت آگاهانه و قبلی جهت انجام هر کار پذیرفته شده، بسیار ضروری است. بنابراین گروه‌های ذینفع جهت به حداکثر رساندن قابلیت استفاده و کار آیی روابط در راستای درک معانی داده‌ها، می‌بایست در تمام مراحل طراحی و توسعه ابزارهای درک معانی مشارکت فعال داشته باشند. به‌عنوان مثال راه اندازی کارگاه‌های آموزشی با مشارکت گروه‌های متعدد ذینفع، فرصت خوبی جهت تبادل ایده‌ها و تجربیات را فراهم نموده و آن‌ها را از فرصت‌ها و موانع درک اطلاعات آگاه می‌نماید. از این رو طراحی چنین فعالیت‌هایی حس اعتماد بین متخصصان و ذینفعان را تقویت نموده و باعث افزایش درک و آگاهی آن‌ها از طرح و ساخت ابزارهای درک مفاهیم داده می‌شود. مشارکت فعال گروه‌های متعدد ذینفع با استفاده از ابزارهای معناسازی در طول زمان می‌تواند به شناسایی تفاوت یا شباهت نیازهای طراحی و توسعه بین گروه‌های شاخص ذینفع کمک نماید. به‌عنوان مثال، نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی طراحی و ساخت ابزارهای مفید و کارآمد جهت شناسایی آواز پرندگان با استفاده از صداهای ضبط شده، نشان داد که بوم‌شناسان، متخصصین پرندگان[1] و طیف وسیعی از مردم همگی به ابزارهای آموزشی متناسب با این گروه‌ها نیاز دارند [۵۳] [۵۴]. بنابراین می‌توان چنین اذعان نمود که شفافیت جمع‌آوری و پردازش داده‌های مورد استفاده مردم جهت درک داده‌ها و ارزیابی میزان هماهنگی مجموعه‌های داده ضروری است. این امر شامل مستندسازی روش‌های جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌گونه‌ای است که امکان بررسی کامل روش‌ها و کانال‌های پردازش مورد استفاده و همچنین ارائه اطلاعات در مورد کیفیت داده‌ها و ابر داده‌های غنی را فراهم می‌کند. علاوه بر نمونه برداری

1. Birdwatcher

و تهیه داده‌ها، نحوه‌ی **انتشار** آن‌ها باید[1] به طور کامل مورد برنامه‌ریزی قرار گیرد. ضروری است قبل از هر اقدامی جهت انتشار داده‌ها مخاطبین مورد نظر و نوع نیازهای آن‌ها (به‌عنوان مثال: نحوه دسترسی مخاطبان به داده‌ها، ارائه کدام داده و کدام رسانه مفید خواهد بود) مورد ارزیابی قرار گیرند. همچنین باید در نظر داشت که دسترسی به اینترنت در بسیاری از مناطق جهان، به‌ویژه مناطق دورافتاده، یک مسئله‌ی اساسی در این زمینه می باشد. بنابراین می‌بایست در طراحی روش‌های انتشار داده نه تنها در سناریوهای ایده آل بلکه باید شرایط خاص کاربران بالقوه در این مناطق نیز در نظر گرفته شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به گردآوری نوشته و نوشته‌هایی بر اساس داده‌ها جهت ارائه به ذینفعان اشاره نمود.

> رایانه‌ی سیاره‌ای [۵۵] و [۵۶]
>
> رایانه سیاره‌ای یک فهرست چند پتابایتی از داده‌های زیست محیطی جهانی را با API های بصری ترکیب می‌کند،همچنین یک محیط علمی انعطاف‌پذیر است که به کاربران اجازه می‌دهد به سؤالات جهانی درباره آن داده‌ها پاسخ داده و برنامه‌هایی که این پاسخ‌ها را در دستان ذینفعان حفاظت قرار می‌دهند، ایجاد نمایند.

ایجاد شیوه‌های کارآمد حکمرانی داده، امکان استفاده حداکثری از داده‌های آزاد و ایجاد راه‌حل‌های فناوری رایگان را فراهم می‌کند. به طور مثال اگر رهبران جهانی در زمینه‌ی ایجاد منابع پلتفرم‌هایی متحد شوند که همکاری بین ذینفعان مختلف را برای اشتراک‌گذاری داده‌ها، نرم افزارها، سخت افزارها، درس‌های آموخته شده و ... تقویت نمایند، این امکان را دارند تا با استفاده از فناوری‌های حفاظتی قدرتمندتر شود [۵۵].

1. Dissemination

بنابرایـن متخصصـان سـایر زمینه‌هـای علمـی بـه راحتـی می‌تواننـد از مجموعـه داده‌هـای یکدیگـر اسـتفاده نماینـد و بـه سـهولت زمینـه ی همـکاری بیـن آن‌هـا فراهـم شـود. بـر همیـن اسـاس برخـی از گروه‌هـای پژوهشـی، ماننـد OS-Climate اهدافـی جهـت ایجـاد یـک پلتفـرم جهانـی دنبـال می‌کننـد که امـکان دسترسـی عمـوم بـه مدل‌سـازی و زیرسـاخت‌های فنـی بـرای اسـتفاده در تصمیم‌گیری‌هـای مدل‌سـازی سـناریوهای مختلـف را فراهـم می‌کنـد. بـه همیـن ترتیـب، در سراسـر جهـان دفاتـر ثبـت کالاهـای عمومـی دیجیتـال [۵۷] در حـال راه انـدازی می‌باشـند تـا بـا تمرکـز بـر دسترسـی عمـوم بـه نرم‌افزارهـای رایـگان، داده‌هـای آزاد، مدل‌هـای هـوش مصنوعـی و اسـتانداردهای رایـگان امـکان دسـتیابی بـه اهـداف توسـعه پایـدار سـازمان ملـل افزایـش یابـد. همچنیـن دسترسـی بـه داده‌هـا ایـن امـکان را فراهـم می‌کنـد تـا اطلاعـات حیاتـی موردنیـاز جهـت اطلاع از توسـعه نـرم افزارهـای رایـگان و سـخت افزارهای جدیـد در راسـتای جمـع‌آوری، تجزیه‌وتحلیـل، مدیریت، تفسـیر و اشـتراک‌گذاری داده‌هـا و همچنیـن بـرای هدایـت تصمیم‌گیری‌هـا در اختیـار گیـرد. در نهایـت، ذینفعـان می‌بایسـت بـه **تفاسـیر داده‌هایـی**[1] کـه بـرای آن‌هـا معنـادار اسـت، دسترسـی داشـته باشـند. به‌عنـوان مثـال، داده‌هـا ممکـن اسـت از طریـق روایت‌هـا، اینفوگرافیک‌هـا، تجسـم‌های تعاملـی، اسـتوری‌بردها یـا دیگـر قالب‌هـای ارتباطـی آنلایـن تفسـیر شـوند. ابزارهـای تفسـیر داده‌هـا می‌بایسـت به طـور دقیـق در ارتبـاط بـا مخاطبیـن مـورد هـدف برنامه‌ریـزی شـوند. به‌عنـوان مثـال، داده‌هـای نمایـش داده شـده توسـط نمودارهـا و جدول‌هـا، ممکـن اسـت بـرای پژوهشـگری کـه در تفسـیر چنیـن ارقامـی آمـوزش دیـده اسـت، بیـش از سـایر افـراد جامعـه در دسـترس تـر باشـد. بنابرایـن ارتبـاط بـا مخاطبـان خـاص بایـد هدفمنـد بـوده، به‌طوری‌کـه اشـتراک‌گذاری اطلاعـات بایـد حـول محـور ارتبـاط، مشـارکت، توانمندسـازی، هماهنگـی، آمـوزش یـا بـا هـدف خاصی باشـد.

1. Interpretations of data

دنیای ما در میان داده‌ها [۵۸]

فقر، بیماری، گرسنگی، تغییرات آب‌وهوایی، جنگ، خطرات غیر مترقبه و نابرابری:

جهان با مشکلات عمده و وحشتناک زیادی روبرو است. همین مشکلات عمده است که وب‌سایت «دنیای ما در داده‌ها»[1] بر روی آن تمرکز دارد. هدف «دنیای ما در داده‌ها» این است که دانش مربوطه جهت درک این مشکلات را به طور قابل فهم در دسترس قرار دهد. صفحه اول «دنیای ما در داده‌ها» همه روزه همان مشکلات بزرگ جهانی را فهرست می‌کند، زیرا آن‌ها همیشه از اهمیت ویژه ای برخوردارند. این وب سایت پذیرفته است که برای درک مسائلی که میلیاردها نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به داده‌هایی نیاز داریم که در یک پلتفرم قابل فهم و عمومی در دسترس باشند. این مزیت به همه این اجازه را می‌دهد تا وضعیت جهان امروز را مشاهده کرده و متوجه شوند که در کجا در حال پیشرفت هستیم و در کجا پیشرفتی به دست نیاورده ایم. از طریق تجسم داده‌های تعاملی می‌توانیم ملاحظه کنیم که جهان چگونه تغییر کرده است؛ خلاصه‌های مربوط به متون علمی ارائه شده در گذشته هم به فهم ما از دلایل این تغییر کمک می‌کند.

توصیه‌های سیاستی شماره ۳

افزایش سطح همکاری‌ها در راستای به حداکثر رساندن تأثیر رقومی کردن اطلاعات زیست محیطی

توصیه این سیاست بر تسهیل همکاری بین ذینفعان مختلف در

1. Our World in Data

آژانس‌ها، مؤسسات، سازمان‌ها و عموم مردم است. پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی محاسبات ابری، تکنیک‌های تجسم داده‌ها و دسترسی به آن‌ها در کوتاه‌ترین زمان از طریق توانایی جمع‌آوری؛ تجزیه‌وتحلیل و انتشار داده‌های زیست محیطی را دموکراتیزه[1] می‌کند. توانایی تبادل آشکار اطلاعات زیست محیطی از طریق فناوری‌هایی مانند اینترنت، امکان ظهور اشکال جدیدی از همکاری را در سطوح محلی، منطقه‌ای و جهانی فراهم نموده است. در حال حاضر پیشرفت‌های فناوری به ذینفعان مختلف این اجازه را می‌دهد تا اطلاعات گوناگون را با یکدیگر به اشتراک بگذارند، فرایند حس سازی را بهبود بخشند، دانش و مهارت لازم را کسب نمایند و شیوه‌های حکمرانی داده را توسعه دهند.

در این بخش، توسعه همکاری در نتیجه دیجیتالی شدن اطلاعات محیطی و ملاحظات آینده را بررسی می‌کنیم. در ابتدا، مجموعه‌ای از مثال‌ها را که در سطح همکاری بین‌المللی و مقطعی با هدف بهبود پایداری زیست محیطی صورت می‌گیرد ارائه می‌شود. در مرحله بعد، نیاز به تسهیل حمایت همه‌جانبه از ذینفعان و جوامع کم برخوردار از طریق ظرفیت‌سازی شرح می‌گردد. در نهایت نیز، چگونگی تأثیر مسئولیت‌پذیری و شفافیت بر روابط و نقش‌های تعاونی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

همکاری‌های بین‌المللی و فرا منطقه‌ای

روند رو به رشد شبکه‌ها در سرتاسر جهان اشتراک منابع داده‌ای بر پایه محیط زیست جهت حمایت از دستیابی به بینش و اطلاع رسانی در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های سیاستی را تقویت می‌کند. نمونه‌هایی شرح داده شده در زیر در مقیاس جغرافیایی جهانی، منطقه‌ای، و محلی هستند.

1. Democratising

۱. جهانی

• ائتلاف تازه تأسیس پایداری زیست محیطی دیجیتال (CODES[1]) [۵۹] بخشی از پیگیری گسترده دبیر کل سازمان ملل متحد در زمینه همکاری دیجیتال است[۲۷]. این ائتلاف متخصصان را با سیاست‌گذاران در یک فرآیند جهانی همه‌جانبه جهت ایجاد مجموعه‌ای از رویدادها برای شناسایی ابتکارات تحولات دیجیتالی پایدار مرتبط می‌کنند.

• پلتفرم مشارکت جهانی در راستای داده‌های توسعه پایدار [۶۰] جهت حصول اطمینان از استفاده مؤثر از داده‌ها جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار[2] سازمان ملل متحد (SDGs)

• UNEP و همکارانشان نیز به‌سرعت در حال پیشرفت در زمینه‌ی وضعیت زیست محیطی جهان هستند [۶۱]. در همین راستا آن‌ها از یک پلتفرم داده‌ای آنلاین جهت نظارت بر پیشرفت جهانی و ملی به سمت اهداف زیست محیطی کلیدی SDG و موافقت‌نامه‌های زیست محیطی چندجانبه استفاده می‌کنند.

۲. منطقه‌ای

• بانک توسعه آفریقا[3] سیستم پایش داده‌های تغییرات آب‌وهوایی را در آفریقا راه اندازی کرده است [۶۲] که پوشش جامعی از تغییرات آب‌وهوایی ارائه می‌دهد. هدف این سرویس حمایت از کشورهای آفریقایی و ذینفعان جهت درک اثرات و عواقب تغییرات آب‌وهوایی بالقوه می باشد.

• هدف از ایجاد تعاونی حکمرانی داده‌های بومی [۶۳]، انجام پژوهش و آموزش در رابطه با اصول حکمرانی و اخلاقی برای کنترل طبیعی داده‌های بومی[4] است. همچنین از چارچوب حکمرانی داده حمایت می‌نماید تا هنجارها و شیوه‌های سازمانی که طراحی، نتایج و

1. Coalition for Digital Environmental Sustainability
2. The Global Partnership for Sustainable Development Data
3. The African Development Bank
4. The Collaboratory for Indigenous Data Governance

رویکردهای اخلاقی را ترویج و مهار می‌کنند، مورد بررسی قرار دهد.

درحالی‌که فهرست شبکه‌ها و ابتکارات در حال گسترش روز افزون هستند، می‌توان صدها حامی مرتبط در زمینه حکمرانی داده‌های فعلی و فعالیت‌های اکوسیستم حکمرانی داده‌های آتی که از حوزه ابتکارات داده [۶۴] فراتر رفته‌اند، یافت که در حال ارتقای سیاست‌های شبکه‌ها توسط اینترنت هستند. همان‌طور که مشهود است می‌توان با بررسی این ابتکارات در داده‌های متنوع متوجه شد که ضروری است فعالیت‌های بیشتری در زمینه‌ی ایجاد هماهنگی، انسجام، هم افزایی و قابلیت دسترسی به مجموعه داده‌های متفاوت انجام شود.

تسهیل حمایت از ذینفعان و جوامع کم برخوردار[1]

- تشویق حامیان مختلف مانند دولت‌ها، بخش خصوصی و جامعه مدنی جهت مشارکت و به اشتراک‌گذاری داده‌ها از منابع مختلف با یکدیگر می‌توانند بسیار چالش برانگیز باشد. با این حال به نظر می‌رسد، حمایت از درک بهتر و اتخاذ تصمیم در رابطه با حفاظت و تقویت منابع داده‌های مشترک امری ضروری است. در همین راستا می‌بایست منابع و امکانات کافی جهت حمایت از مشارکت‌های ذینفعان، به‌ویژه آن‌هایی که منابع محدودی در رابطه با مهارت‌ها و فناوری‌ها دارند، وجود داشته باشد. بنابراین جهت افزایش سطح همکاری‌ها بین تمامی ذینفعان، از جمله مردم بومی و جوامع محلی (IPLC)، ایجاد یک منبع داده مشترک و رایگان با بهره‌گیری از دستورالعمل‌های کاربردی جهت اشتراک داده‌ها همان‌طور که در بخش‌های قبلی ارائه شد، ضروری است. افزایش مشارکت‌های مردمی در قالب شرکت‌کنندگان

1. Under-represented/under-served

فعال در تحقیقات علمی، که از آن به‌عنوان دانش شهروندی یاد می‌شود، می‌تواند روشی کارآمد جهت دسترسی به اطلاعات اکولوژیکی و زیست محیطی در مقیاس مختلف باشد. در صورت عدم افزایش مشارکت‌ها عملاً دستیابی به این اهداف امکان‌پذیر نیست. اعضای عمومی تحقیقات علمی ممکن است مشاهداتی مانند گیاهان، جانوران و محیط زیست را به اشتراک بگذارند. علاوه بر این، آن‌ها معمولاً حجم زیادی از رسانه‌ها نظیر عکس، ویدئو و صدا را در محیط زیست خود تجزیه‌وتحلیل می‌کنند. هر دو این مشاهدات جمع‌آوری شده یا رسانه‌های تحلیل شده توسط مردم اطلاعاتی از تنوع زیستی و محیط زیست را در مقیاس‌های جغرافیایی و زمانی بی سابقه در اختیار قرار می‌دهند. در نهایت این داده‌ها در زمینه‌های تحقیقات، مدیریت منابع، اقدامات حفاظتی و اجرای سیاست‌ها استفاده می‌شوند. علاوه بر این، چنین داده‌هایی اغلب زیربنای توسعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی موردنیاز جهت دریافت سریع بینش‌هایی از افزایش حجم داده‌ها هستند که قابلیت پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در مورد حفاظت و سلامت سیاره زمین را دارند [۶۵]. همانند تمامی داده‌های علمی، داده‌های دانش شهروندی نیز دارای جوانب گوناگونی است که نیازمند ارزیابی دقیق می باشد. به‌عنوان مثال داده‌ها می‌توانند به سمت شناسایی گونه‌های در دسترس یا جذاب سوق داده شوند. علاوه بر این، درک دانش شهروندی تا حد زیادی به دسترسی افراد به منابع آموزشی کافی و همچنین فناوری اطلاعات و ارتباطات بستگی دارد. امروزه دانش شهروندی به‌سرعت در حال رشد است و به‌عنوان عامل کلیدی در سطح جهان جهت دستیابی به علم آزاد[۶۶]، اهداف توسعه پایدار [۶۷،۶۸] و دموکراسی زیست محیطی [۶۹] شناخته می‌شود. در اینجا همچنین به تشویق مشارکت جوانان در جلسات و

فرآیندهای زیست محیطی توصیه می‌شود. جهت تأکید بر اهمیت مشارکت ذینفعان جوان، گزارش دبیر کل سازمان ملل متحد "برنامه مشترک ما" [۷۰] توصیه‌هایی را جهت بهبودهای حکمرانی در بخش‌های مختلف موردنیاز ارائه می‌کند. یکی از تعهدات کلیدی ذکر شده در این گزارش «پذیرش جوانان و همکاری با آن‌ها» است که جوانان به‌عنوان یکی از گروه‌های ذینفع به طور مستمر در جلسات و فرآیندهای رسمی بین دولت‌ها، مانند همکاری جوانان در سومین مجمع تجارت، سیاست و کسب و کار در رابطه با محیط زیست در محل سازمان ملل در فوریه ۲۰۲۱ مشارکت داشتند[۷۱]. همچنین IGF نیز شیوه‌های قوی جهت مشارکت جوانان دارد. در موضوعات مرتبط با حکمرانی اینترنت، این پلتفرم‌ها می‌توانند به طور مشابه جهت مشارکت دادن جوانان در مسائل مرتبط با داده‌های زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند. تمامی موارد فوق بدون ایجاد هماهنگی جهت ایجاد ظرفیت در زمینه‌های اساسی مانند سواد دیجیتالی و داده‌ای و همچنین دسترسی به زیرساخت‌های ارتباطی و اینترنتی مطمئن و سریع قابل دستیابی نیستند. در همین زمینه می‌توان فعالیت‌های بیشتری جهت تهیه داده‌های آب‌وهوایی در قالبی مناسب، از طریق تفسیر عامیانه یا بینش‌های عملی برای کسانی که سواد داده‌ای کمتری دارند، انجام داد. همچنین دولتمردان و حامیان مربوطه باید سیاست‌هایی را ارائه دهند که از یادگیری و حکمرانی داده‌ها به‌عنوان بخشی از برنامه درسی آموزشی پشتیبانی کنند. در همین راستا می‌توان به آموزش پژوهشگران مبتدی آفریقایی توسط کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای کار در مرکز سیاست‌گذاری اقلیمی آفریقا (UNECA-IDEP-ACPC) اشاره نمود[۷۲].

پاسخگویی و شفافیت فرآیندها و نقش‌ها

توصیه می‌گردد جهت همکاری مؤثر ذینفعان و حامیان، دستورالعمل‌هایی در راستای پاسخگویی به نقش‌ها و فرآیندهای مختلف ایجاد شود. نمونه‌ای از چنین دستورالعملی می‌تواند به شکل هنجارهای سایبری (همان‌طور که در جامعه از امنیت سایبری جهت تشویق رفتارهای اخلاقی در مورد امنیت اینترنت استفاده می‌شود) توسط یک مجموعه داده چندجانبه توسعه یابد که دربرگیرنده‌ی اقدامات اخلاقی در رابطه با نحوه‌ی جمع‌آوری و استفاده از منابع داده باشد. جدا از بحث توسعه هنجارها، ارائه دهندگان داده‌ها همچنین می‌توانند در مورد پایبندی به مجموعه‌ای از استانداردهای باز برای داده‌های زیست محیطی به توافق برسند. مسئله مهم ایجاد چهارچوب مناسبی است که بتوان این استانداردها را در آن تنظیم کرد. بنابراین اگر یک منبع داده یا نقطه دسترسی جهانی ایجاد شده باشد، باید بحث‌های چندجانبه در مورد نقش‌ها و مسئولیت راه اندازی چنین منابعی وجود داشته باشد. به‌عنوان مثال، می‌بایست چهارچوبی از «پشتیبانی داده» یا یک هئیت جهانی اخلاقی برای ارائه چنین نظارتی منصوب شود.

جهت‌گیری‌ها و مثال‌هایی از آینده

در بخش‌های فرعی ذیل، روندهای آتی و حوزه‌های کلیدی جهت ملاحظات پیرامون داده‌های زیست محیطی شرح داده شده‌اند. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که فهرست پیش رو به هیچ وجه جامع نیست و مسائل با یکدیگر تداخل دارند. موضوعات مورد بحث عمدتاً با نگاه به داده‌های زیست محیطی در یک چشم انداز وسیع‌تر است.

گذرنامه دیجیتالی محصولات[1]

یک کارت دیجیتالی که نتایج محصول را با شرح تمام مراحل مربوط

1. Digital passport

به تولید محصول مستند می‌کند، باید دربرگیرنده داده‌های زیست محیطی مانند اثرات زیست محیطی/کربن از مراحل استخراج یا تولید به صورت کمی باشد. هرچه تعداد داده‌های بیشتری موجود و قابل دسترس باشند، این تأثیرات را بهتر می‌توان برای مصرف کنندگان برآورد و مستند نمود. درعین‌حال، گذرنامه‌های دیجیتالی زمانی معتبر خواهند بود که داده‌های در برگیرنده آن‌ها از قابل‌اعتماد و مورد قبول همه ذینفعان باشد.

امنیت آب و غذایی

مسئله امنیت آب و غذایی پایه و اساس سعادت بشر است. این امر به طور زیادی به قابلیت دسترسی به انواع اطلاعات، داده‌ها و دانش مانند داده‌های آب‌وهوایی، سایر دانش‌ها و درک ویژگی‌های خاک محلی تا تفسیر وضعیت کیفی آب وابسته است. بسیاری از این اطلاعات بر اساس داده‌های زیست محیطی هستند که افزایش قابلیت دستیابی و راه‌های دسترسی به طیف وسیعی از داده‌ها، پایداری دسترسی به آب و غذا را محتمل‌تر و آسان‌تر می‌کند.

حفاظت از تنوع زیستی

حفاظت از تنوع زیستی به شدت به در دسترس بودن داده‌های زیست محیطی قابل اعتماد و سایر داده‌ها بستگی دارد. این امر در رابطه با علم حفاظت از تنوع زیستی و همچنین مدیریت تنوع زیستی صدق می‌کند. مدیریت تطبیقی یک مثال بارز است که تنها زمانی می‌تواند موثر باشد که داده‌های قابل اعتماد و به موقع در دسترس باشد. قابلیت دسترسی به داده‌ها برای پژوهشگران و سایر ذینفعان پایه و اساس حفاظت تنوع زیستی موفق است.

سلامتی و رفاه انسان

همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، طبیعت نقش مهمی جهت تأمین امنیت آب و غذا ایفا می‌کند. یک مثال بارز که در حال حاضر طبیعت نقش اساسی در ایجاد آن دارد، همه‌گیری کووید ۱۹ است. از این رو دسترسی به داده‌ها و روایت‌های زیست محیطی برای درک این بیماری همه گیر و پویایی آن، راه‌های مقابله با آن و اقدامات لازم جهت به حداقل رساندن احتمال شیوع بیشتر آن در آینده ضروری است. این قابلیت دسترسی به داده‌ها نه تنها مختص پژوهشگران نمی‌شود بلکه شامل همه ذینفعان نیز می باشد. علاوه بر مواردی که ذکر شد، رفاه انسان به عوامل غیر مالی مانند دلایل تفریحی، به قابلیت دسترسی به طبیعت وابسته است. از این رو جهت افزایش درک از طبیعت، ضروری است میزان آگاهی افراد با استفاده از روایت‌های مجموعه داده‌ها افزایش یابد.

خلاصه بخش داده‌های زیست محیطی

برای دستیابی به آینده‌ای پایدار، باید بفهمیم که در گذشته چه اتفاقی افتاده است، امروز چه اتفاقی می‌افتد و احتمالاً در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد. جهت دستیابی به این هدف، ضروری است داده‌های زیست محیطی با قابلیت کشف، دسترسی، همکاری و استفاده مجدد (FAIR) در اختیار داشته باشیم. در نهایت این داده‌ها می‌توانند در زمینه‌ی نظارت بر تغییرات اکوسیستم، اطلاع‌رسانی جهت تصمیم‌گیری، تعامل با جوامع محلی و ترویج اتخاذ اقداماتی که پایداری زمین را افزایش می‌دهند، مورد استفاده قرار گیرند. تعداد بی‌شماری از متغیرهای زیست محیطی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را از طریق افرادی که از تلفن‌های هوشمند، ماهواره‌ها یا وسایل دیگر

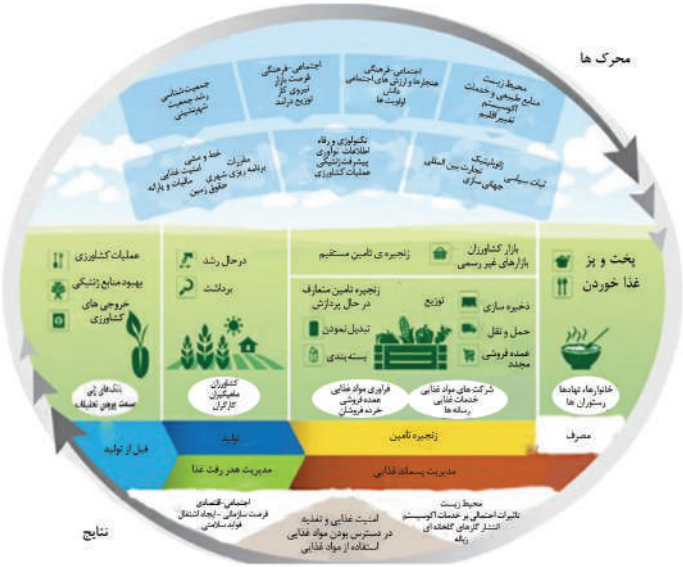
استفاده می‌کنند، اندازه‌گیری و مستند نمود. برای اینکه مجموعه داده‌های موجود و جدید در چهارچوب اصول اخلاقی به طور مؤثر مورد استفاده قرار گیرند، اجرای دقیق دستورالعمل‌ها و قوانین حکمرانی داده از هر دو دیدگاه مردم محور و فنی (یعنی پیروی از اصول CARE و FAIR) ضروری است. این داده‌ها باید در دسترس بوده و به نحوی ارائه شوند که برای گروه‌های مختلف مردم که به اطلاعات زیست محیطی نیاز دارند یا در آینده از آن‌ها استفاده خواهند کرد، قابل فهم باشد. همچنین فناوری‌های مورد استفاده جهت جمع‌آوری، مدیریت، آماده‌سازی، تجزیه‌وتحلیل و توزیع داده‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که زمینه‌ی همکاری همه جانبه بین تمامی ذینفعان، نظیر تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان داده را فراهم نمایند. این امر باعث افزایش اثرات رقومی کردن اطلاعات زیست محیطی می‌شود. از این رو پیروی از چنین توصیه‌هایی این امکان را فراهم می‌کند تا افراد بیشتری با اطلاعات زیست محیطی سرو کار داشته باشند و تلاش ها در راستای بهبود توسعه پایدار و سلامت سیاره را به حداکثر برسانند.

سیستم‌های آب و غذایی

همان‌طور که در اجلاس اخیر سیستم‌های غذایی سازمان ملل (UNFSS) مشخص شد، اصطلاح "سیستم غذایی" اشاره دارد به:

• "مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تولید، پردازش، حمل و نقل و مصرف مواد غذایی. سیستم‌های غذایی هر جنبه‌ای از وجود انسان را لمس می‌کند. سلامت سیستم‌های غذایی ما عمیقاً بر سلامت بدن ما و همچنین سلامت محیط زیست، اقتصاد، و فرهنگ ما نیز تأثیر می‌گذارد.

بنابرایـن زمانـی کـه سیسـتم‌های غذایـی بـه خوبـی کار می‌کننـد، ایـن قـدرت را دارنـد کـه مـا را به‌عنـوان خانـواده، جوامـع و ملت‌هـا گرد هـم بیاورنـد" [۷۳] در تمامـی تعامـلات گسـترده و پیچیـده ایـن فعالیت‌هـا کـه توسـط دسـت انـدرکاران متعـددی صـورت می‌گیـرد، سیسـتم غذایـی (شـکل ۶) به طـور قابل توجهـی تحت تأثیر فشـارهای زیسـت محیطـی و اجتماعی اسـت و از آن‌ها تأثیر می‌پذیـرد. بـه ایـن ترتیب، توافق‌های گسـترده‌ای و رسـمی وجود دارد که نشـان می‌دهـد تغییـر در سیسـتم‌های غذایـی باعـث تغییـر مسـیر حرکـت جمعـی انسـان‌ها در راسـتای دسـتیابی بـه ۱۷ هـدف توسـعه پایـدار حیاتـی می‌شـود.



شکل ۶ | سیستم جهانی غذا
(منبع: CIAT (2017) [74] CC-BY-NC 4.0)

درحالی‌که این بخش بر مشارکت در راستای دیجیتالی شدن جنبه‌های زیست محیطی سیستم‌های آب و غذا تمرکز دارد، ذکر این نکته حائز اهمیت است که مسئله دسترسی به آب و غذا می‌بایست از مسائل مربوط به حقوق بشر می باشد [۷۵] [۷۶] و صرفاً یک کالا یا سیستمی که باید تحت مدیریت قرار گیرد نیست. همان‌طور که در همه‌گیری COVID-19نشان داده شد، سیستم‌های غذایی ما آن‌قدر که زمانی به نظر می‌رسید انعطاف‌پذیر و ایمن نیستند [۷۷]. بر اساس گزارش‌ها ارائه شده حدوداً ۸۰۰ میلیون نفر در جهان با معضلات گرسنگی دست‌وپنجه نرم می‌کنند، درعین‌حال ۱۲ درصد از جمعیت جهان در سال ۲۰۲۰ به شدت دچار نا امنی غذایی هستند [۷۷]، و از طرفی ۲/۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۹ به آب آشامیدنی سالم دسترسی نداشتند [۷۸]. این آمار حاکی از آن است که ما به‌عنوان یک جامعه جهانی از پژوهش در این زمینه به‌عنوان یک وظیفه جهانی فاصله زیادی داریم. بنابراین، تا زمانی که دیجیتالی شدن و تحول فناوری نقشی گسترده در سیستم‌های آب و غذایی ایفا می‌کنند، ضروری است که حق غذا در تفکر و عمل ما جایگاه ویژه ای داشته باشد؛ در غیر این صورت ما در معرض خطر چالش‌های عمیق اجتماعی و نابرابری‌های ساختاری هستیم و درعین‌حال آسیب پذیرترین جمعیت‌ها بیشتر به حاشیه می‌بریم

سیستم‌های آب و غذایی و محیط زیست

از منظر زیست محیطی، بر طبق یک مجموعه داده جدید ارائه شده توسط سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد[1] [۷۹] و همچنین پژوهش‌های مستقلی که اخیراً در نشریه Nature منتشر شد [۸۰]، مشخص شده است که سیستم‌های غذایی

1. FAO

مسـئول انتشـار یک‌سـوم گازهـای گلخانـه‌ای انسـانی هسـتند [۸۱]، همچنین بـه جـز بخـش کشـاورزی سـایر فعالیت‌هـای زنجیـره تأمیـن حـدوداً یک‌سـوم از سـهم کل سیسـتم‌های غذایـی در انتشـار گازهـای گلخانـه‌ای را در بـر می‌گیرنـد. کشـاورزی گسـترده‌ترین فعالیـت انسـانی مـی باشـد کـه باعـث اشـغال ۴۰ درصـد از سـطح کل زمین‌هـای جهـان شـده اسـت. همچنیـن ایـن صنعـت مصـرف کننـده اصلـی آب شـیرین در جهـان بـوده و مسـئول ۷۰ درصـد برداشـت‌ها از منابـع آبـی اسـت [۸۲]. تولیـد غـذا عامـل اصلـی از بیـن رفتـن تنـوع زیسـتی، آلودگـی هـوا، آب شـیرین، آب دریـا و تخریـب خـاک و جنگل‌زدایـی اسـت [۸۲]. در کنـار ایـن عوامـل، بـرآورد شـده اسـت کـه ۸۰ درصـد از کل فاضـلاب بـدون تصفیه کافی در محیط زیسـت رها می‌شـود [۸۳]. فشـارهای زیسـت محیطـی کنونـی ناشـی از سیسـتم آب و غذایـی جهانـی خـارج از تـوان تحمـل طبیعـت اسـت. بـا ایـن حـال جهـت تأمیـن تقاضـای پیش‌بینی‌شـده تـا سـال ۲۰۵۰، بـا بـازده فعلـی، تولیـد محصـولات کشـاورزی در جهـان می‌بایسـت بـه میـزان ۵۰ درصـد نسـبت بـه سـال ۲۰۱۳ افزایـش یابنـد. همچنیـن بـا پیش‌بینـی افزایـش ۱۰۰ الـی ۱۱۰ درصـدی تقاضـای جهانـی محصـولات کشـاورزی در مـدت مشـابه [۴۲]، انتظـار مـی‌رود تقاضـای آب بـه میـزان ۲۰ الـی ۳۰ درصـد افزایـش داشـته باشـد [۸۴]. درحالی‌کـه سیسـتم‌های غذایـی بیـش از انـدازه نیـاز منابـع تغذیـه‌ای در اختیـار جمعیـت جهـان قـرار می‌دهنـد امـا بـه دلیـل عـدم وجـود سیسـتم توزیـع کارآمـد امـروزه شـاهد افزایـش همـه جانبـه اشـکال سـوء تغذیـه هسـتیم [۷۷،۸۶]. بـر اسـاس گزارشـات، از هـر ده نفـر یـک نفـر در سراسـر جهـان گرسـنه یـا دچـار سـوءتغذیه مـی باشـد، تقریبـاً یـک چهـارم کـودکان زیـر ۵ سـال کوتاه‌قـد بـوده و از هـر سـه نفـر یـک نفـر دچـار اضافـه وزن یا چاقـی هسـتند. همچنین حـدود ۲/۳ میلیـارد نفـر در جهـان به سـرویس های بهداشـتی ایمن دسترسـی

دسترسی ندارند، که این امر باعث مرگ ۱/۴ میلیون نفر در سراسر جهان بر اثر عوامل بیماری زایی مربوط به آب آشامیدنی آلوده شده است [۸۲]. به طور خلاصه، سیستم‌های آب و غذایی باید خود را جهت مقابله با هرگونه اختلال آماده نمایند: تمامی فشارهای محیطی، جمعیتی و اجتماعی به سیستم‌هایی نیاز دارند که بسیار عادلانه‌تر، پایدارتر و انعطاف‌پذیرتر بوده و از سلامت مردم و کره زمین پشتیبانی‌کنند [۸۷]. کاربست گسترده فناوری‌های فعلی، آینده و نوآوری‌های سیستمی - که بسیاری از آن‌ها به دیجیتالی شدن متکی هستند - می‌توانند نقش مهم و متنوعی را در تحول عمیق سیستم‌های آب و غذایی موردنیاز ایفا کنند. با این حال، توهم افزایش دیجیتالی شدن خطرات منفی بی‌شماری را به همراه دارد که نیازمند شناسایی، بررسی دقیق و حکمرانی مناسب می باشد.

سیستم‌های آب و غذایی و دیجیتالی شدن

برخلاف تغییرات تکنولوژیکی که در گذشته تولید مواد غذایی را متحول کرده است - از جمله آبیاری، مکانیزه کردن، و اصلاح ژنتیکی محصولات - تغییرات فعال دیجیتالی شدن این پتانسیل را دارد که سریعتر و وسیع‌تر در سراسر سیستم‌های غذایی گسترش یابد و فرصت‌ها و چالش‌های بزرگتری را به همراه داشته باشد [۸۸]. از کاربردهای بالقوه دیجیتالی شدن در سیستم‌های غذایی می‌توان به تولید مواد غذایی، مدیریت کاربری اراضی، مدیریت انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهره وری آب، مدیریت زنجیره تأمین و شفافیت، بهبود نتایج رژیم غذایی و همچنین مدیریت زباله‌ها اشاره نمود [۸۹]. این فناوری‌های دیجیتالی عبارتند از: فناوری‌های میدانی مستقل[1] و ربات‌های کشاورزی هوشمند[2]، حسگرهای خاک[3]، بهبود پیش‌بینی وضعیت آب‌وهوایی و سیستم‌های هشدار اولیه[4]

1. Autonomous field technologies
2. Precision-farming robotics
3. Soil sensors
4. Early-warning systems

فناوری های ردیابی[1]، بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی، هوش مصنوعی در مدیریت موجودی، کشاورزی عمودی و بدون خاک[2]، و حسگرهای زیستی نشانگر غذا.[3] اگرچه نیاز به تغییر، همه جنبه‌های سیستم‌های آب و غذایی را فرا می‌گیرد، با این حال نقش‌ها، خطرات و منافع ناشی از آن، فرآیند دیجیتالی شدن را با مشکل مواجه می‌کنند و مانع از تحمیل راه‌حل‌های جهانی تکنیکی- اصلاحی[4] می‌شوند. به‌عنوان مثال، بسیاری از سیستم‌های آب و غذایی در طی قرن‌ها با فرهنگ و دانش سنتی آغشته شده‌اند که می‌بایست به آن‌ها احترام گذاشت و سیستم‌ها را بر اساس آن‌ها ایجاد نمود. همچنین خصوصیات فیزیکی و اجتماعی و ظرفیت‌های چشم‌انداز تولید به شدت متنوع بوده که نیاز به درک عمیقی از زمینه جهت تأثیرگذاری بر تغییرات مثبت بدون ایجاد پیامدهای ناخواسته می باشد. فرآیند دیجیتالی شدن به همان اندازه که می‌تواند در رویکردهای بوم‌شناختی کشاورزی[5] جهت مشارکت پایین به بالا(مردم به دولت) کاربرد داشته باشد، می‌تواند در رویکردهای صنعتی[6] نیز از پایین به بالا مورد استفاده قرار گیرد؛ با این حال جهت حصول اطمینان از کمک به ارائه‌ی پیامدهای مثبت، نیازمند مالکیت و مشارکت واقعی ذینفعان است. در کشورهای کم درآمد - جایی که بیشترین مواد غذایی جهان تولید می‌شود - تأثیرات بالقوه دیجیتالی شدن سیستم‌های آب و غذایی ممکن است برای افرادی که درآمد کمی داشته[7] و در معرض خطر حذف شدن هستند، بسیار مهم باشد [۸۹]. در همین زمینه پنج اولویت کلیدی جهت حصول اطمینان از به حداکثر رسیدن پتانسیل‌های تحول آفرین دیجیتالی شدن[8] در سیستم‌های غذایی توصیه می‌شود.

1. Ttraceability technologies
2. Vertical and soilless agriculture
3. Ietary biomarker sensors
4.Techno-fix
5. Agroecological approaches
6. Industrialized approaches
7. Losers
8. Digitalization

توصیه‌های سیاستی ۱

اطمینان حاصل کنید که رویکردهای زمینه‌ای خاص و فراگیر با همکاری ذینفعان جهت تحقق بخشیدن به پتانسیل دیجیتالی سازی برای افزایش پایداری زیست محیطی سیستم‌های غذایی ایجاد شده‌اند. در سال‌های اخیر اهمیت تحول دیجیتال سیستم‌های غذایی به طور فزاینده‌ای توسط دولت‌های ملی در مجامع بین‌المللی مورد تائید قرار گرفته است. به‌عنوان مثال در چین از زمان ریاست بر گروه G20 در سال ۲۰۱۶، در هر نشست متوالی وزرای کشاورزی این گروه رسماً نقش حیاتی دیجیتالی شدن، ICT، و هوش مصنوعی در توسعه کشاورزی پایدار را به رسمیت شناخته است [۹۰]. در سال ۲۰۱۹، "کشاورزی دیجیتال - راه‌حل‌های هوشمند برای کشاورزی در آینده" موضوع رسمی مجمع جهانی غذا و کشاورزی به میزبانی آلمان بود و طی آن وزرای کشاورزی ۷۴ کشور فرآیندی جهانی را تحت نظارت سازمان ملل جهت ایجاد یک چارچوب بین‌المللی در راستای دیجیتالی‌سازی کشاورزی آغاز کردند [۹۱]. این اقدام در سال ۲۰۲۰ منجر به تأسیس یک پلتفرم دیجیتال بین‌المللی برای غذا و کشاورزی [۹۲] به میزبانی FAO شد که به‌عنوان یک مکانیسم هماهنگی داوطلبانه و توافقی در نظر گرفته می‌شود و هدف آن «ایجاد یک انجمن فراگیر و چندین ذینفع جهت شناسایی و اشتراک‌گذاری روش‌هایی است که بخش‌های غذا و کشاورزی در جهان می‌توانند از ابزارهای دیجیتالی آن از تجارت الکترونیک و دفاتر معاملات بلاکچین گرفته تا استفاده از هوش مصنوعی جهت بهبود کنترل آفات و اصلاح ژنتیکی محصول استفاده نمایند و همچنین ابزارهایی جهت مدیریت بهینه منابع طبیعی و ارائه هشدارهای به موقع تهدیدات امنیت غذایی را فراهم کند.» [۹۳]. همان‌طور که مدیر کل تأسیس اشاره

در این بخش این پیام کلیدی تکرار می‌گردد و بیشتر متذکر می‌شویم که تحول دیجیتال پایدار در سیستم‌های غذایی نیازمند رویکردهای دیجیتالی‌سازی است که به طور توافقی ایجاد شده و با حساسیت در زمینه‌های اجتماعی و محیطی که در آن اعمال می‌شوند، اجرایی شوند. بدون مشارکت پایین به بالا و درک زیست بوم‌های محلی، خطر تشدید هر چه بیشتر، به جای رفع نابرابری‌های موجود و روندهای تخریب منابع وجود دارد. این امر به‌ویژه در رابطه با فناوری‌هایی که می‌توانند « بازی وارسازی » محور باشند، بسیار مهم است. آسنگ و همکاران [۸۸] شش فناوری بالقوه بازی - متغیر را شناسایی نمودند که سه تای آن‌ها مستقیماً به دیجیتالی شدن وابسته هستند: هوش مصنوعی مرتبط با کلان داده‌ها، حسگرها و دانش سیستم‌های غذایی جهت افزایش بهره وری، بهینه‌سازی استفاده از منابع و به حداقل رساندن اثرات بیرونی در زنجیره تأمین مواد غذایی؛ فناوری‌های مستقل (از جمله روبات‌ها و هواپیماهای بدون سرنشین) در سراسر زنجیره تأمین مواد غذایی؛ و کشاورزی عمودی، تولید محصولات کشاورزی، دامی و غذاهای دریایی در محیط کنترل شده [۸۸]. از آنجایی که چنین فناوری‌هایی می‌توانند به‌سرعت گسترش پیدا کنند، لذا ضروری است پتانسیل آن‌ها جهت ایجاد اختلالات مثبت و منفی، مورد توجه قرار گیرد. به طور مثبت، آن‌ها می‌توانند اثرات خارجی بر محیط را کاهش دهند و کارآیی استفاده از منابع را بهبود بخشند؛ اما به طور منفی، آن‌ها نگرانی‌های اخلاقی را معرفی نموده و خطر تداوم نابرابری‌های ساختاری و جهانی قابل توجه موجود در بین کشورها و جوامع را از نظر عرضه و دسترسی به غذای کافی و مغذی را مورد بررسی قرار می‌دهند [۸۵]. از این رو، فناوری‌های دیجیتال را نمی‌توان به‌طور مجزا جهت

1. Game-changing

تحول سیستم غذایی به‌کار برد. بلکه، تحول دیجیتال مستلزم ایجاد «مجموعه‌ای از فناوری‌های ابداعی فنی- اجتماعی، سیاست‌ها، دانش، نهادهای اجتماعی و هنجارهای فرهنگی» است [۹۴].

مطالعه موردی: راه‌حل‌های دیجیتال جهت حمایت از کشاورزی

SunCulture {XX}

SunCultureراه حل های فناوری آبیاری و کشاورزی را ارائه می‌دهد که به کشاورزان خرده مالک در آفریقا کمک می‌کند تا تولید محصول خود را به حداکثر برسانند و درآمد خود را افزایش دهند. SunCulture سخت افزار هوشمند، اینترنت اشیا، داده‌های کلان و شبکه‌های عصبی را برای کمک به کشاورزان در آموزش دقیق کشاورزی ترکیب می‌کند.

توصیه‌های سیاستی ۲

ظرفیت سازی در راستای استفاده از داده های علوم زمین برگرفته از فضا جهت اطمینان از تصمیم‌گیری حساس به زمان[1] برای دستیابی به امنیت آب و غذایی محلی. انتظار می‌رود تغییرات آب‌وهوایی چرخه‌های هیدرولوژیکی فعلی را که بر امنیت آب در سراسر جهان تأثیر می‌گذارند، تغییر دهند [۹۵]. در سراسر جهان ۷۰ درصد از منابع آب شیرین در سیستم غذایی مصرف می‌شود [۹۵] از این رو تأمین آب پیش نیازی ضروری جهت امنیت غذایی است. استفاده از مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر داده‌های مشاهدات زمینی آزاد جهت پیش‌بینی تنش‌های آبی و بلایای طبیعی مانند خشکسالی و سیل از عوامل کلیدی محسوب می‌شوند که می‌توانند به‌عنوان سیستم‌های هشدار اولیه جهت اطلاع‌رسانی در تصمیم‌گیری قاطع و فوری در سطح

1. Time-sensitive

محلی، ملی و بین‌المللی عمل نمایند [۹۶]. ظرفیت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای هدفمند در تغییرات سریع آب‌وهوایی، یک ابزار حیاتی کل‌نگر جهت حفاظت از امنیت غذایی و معیشتی به روشی مناسب از نظر زیست محیطی ، توسط هم‌افزایی راه‌حل‌های دیجیتال و مبتنی بر طبیعت، در محدوده سیستم غذایی است [۹۶]. به‌عنوان مثال، مرکز منطقه‌ای کنیا مستقر در نایروبی جهت نقشه‌برداری از منابع در راستای توسعه (RCMRD)، به‌عنوان بخشی از برنامه SERVIR شرق و جنوب آفریقا (SERVIR-E&SA) (با همکاری ناسا و USAID) در حال کار بر روی مشارکت دولت‌های محلی در آموزش استفاده از داده‌های سنجش از راه دور مشاهدات زمین و توسعه محلی مطابق با ابزارها و خدمات ماهواره‌ای هستند. این ابزارها اطلاعاتی را جهت اخذ تصمیمات سریع مدیریت کشاورزی با هزینه کم فراهم می‌کنند. به این ترتیب، با پیش‌بینی کمبود آب یا رویدادهای فاجعه‌آمیز مانند سیل و ازدحام ملخ‌ها، دولت‌ها می‌توانند به‌سرعت جهت کاهش تلفات بالقوه محصولات و ارائه کمک به جوامع محلی اقدام نمایند [۹۷]. همچنین در این تغییرات اقلیمی، سیاست‌گذاران باید از داده‌های موجود جهت اطلاع رسانی اقدامات به موقع در زمینه‌ی امنیت آب و غذایی و همچنین تقویت سازگاری، تاب آوری و معیشت جامعه استفاده کامل کنند.

توصیه‌های سیاستی ۳

تهیه برنامه‌ها و راهبردهای ملی و منطقه‌ای جهت استفاده از ابزارهای دیجیتال در راستای بهینه‌سازی سیستم‌های آبی ناکارآمد، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه. سیستم‌های آبی، چه طبیعی و چه مصنوعی، سیستم‌های پیچیده‌ای با طول عمر بالا هستند. این امر

هم مانع و هم فرصتی جهت کاربرد ابزارهای دیجیتال در راستای افزایش کار آیی سیستم‌های قدیمی آب از طریق مقاوم‌سازی و استفاده از آن در ایجاد زیرساخت‌های جدید فراهم می‌کند. کمبود آب و وقوع سیلاب به شدت میتواند بر توانایی سیستم‌های آب جهت تأمین آب آشامیدنی سالم و بهداشتی برای مصرف مردم تأثیر بگذارد. علاوه بر این، تأثیرات منفی آب‌وهوایی که در حال حاضر آغاز شده است، وضعیت را وخیم‌تر خواهد کرد. تجزیه‌وتحلیل تلفیقی که به تازگی انجام شده است، نشان می‌دهد که ۹۲ درصد از رویدادهای موج گرمای اخیر،۵۸ درصد سیلاب‌ها و ۶۵ درصد خشکسالی‌ها به دلیل تغییرات آب‌وهوایی تشدید شده‌اند [۹۸]. درحالی‌که به نظر میرسد راهحل‌های فناوری همیشه به نفع کشورهای توسعه یافته است، شواهد نشان میدهد که پتانسیل های دیجیتالی شدن در سیستم های ناکارآمد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در بالاترین حد خود است و میتواند به مدیریت و بهبود زیرساختهای پیچیده، ناهمگن و به طور متناوب در دسترس کمک نماید. به‌عنوان پایه‌ای برای کاربرد معنادار فناوری‌های پیشرفته‌تر، ایجاد یک مجموعه داده قوی از طریق استفاده از حسگرها، داده‌های مشاهدات زمینی و دانش شهروندی، در صورت امکان و در زمان واقعی یا نزدیک به زمان واقعی، باید در اولویت قرار گیرد (به بخش داده‌های زیست محیطی مراجعه کنید). چندین روش جهت استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در راستای افزایش کارآمدی سیستم های آب وجود دارد:

- **داده‌های زمان واقعی**[1] امکان مدیریت کارآمدتر، کاهش ضایعات تنها با پمپاژ مقادیر لازم، کاهش ضایعات نشتی با نظارت بر جریان و سطوح فشار و اتوماتیک کردن دریچه‌ها / خاموش کردن فراهم می‌کند.

1. Real-time data

• **به اشتراک گذاشتن اطلاعات**[1] در مورد اختلالات را در زمان واقعی تسهیل می‌کند، به‌عنوان مثال ناهنجاری در تأمین آب برای آبیاری (به‌عنوان مثال در پاکستان [۹۹]) یا حوادث مربوط به کیفیت آب (به طور مثال در هند [۱۰۰]) از طریق خدمات پیام‌رسانی تلفن همراه زمانی که با تلاش برای افزایش پوشش تلفن همراه، همراه شود (به توصیه شماره ۴ مراجعه کنید)، می‌تواند دسترسی افراد و جامعه را به داده‌های محیطی جهت تصمیم گیری گسترش دهد.

• **دستگاه‌های هوشمند**[2] (تصفیه، فیلتر کردن) می‌توانند نیاز به ایجاد شبکه‌های زیرساختی گسترده که ممکن است در کشورهای در حال توسعه با منابع مالی محدود برای سرمایه‌گذاری در این زیرساخت‌ها مواجه باشند را کاهش داده و از قرارگیری شبکه‌های آب در معرض آب‌وهوای نامناسب جلوگیری نمایند.

• کاربرد **مدل‌های هوش مصنوعی**[3] را می‌توان بر اساس مجموعه داده‌ها جهت تشخیص خودکار مسائل و شناسایی ناکارآمدی‌ها در سیستم آموزش داد [۱۰۱].

• **هوش مصنوعی**[4] همچنین می‌توانند شبیه‌سازی‌هایی را در راستای برنامه‌ریزی خشکسالی همراه با ایجاد حسگرهایی که می‌توانند هدر رفت آب را از طریق تشخیص نشتی و خاموش کردن خودکار کاهش دهد، ارائه دهد [۱۰۲] (مطالعه موردی زیر را ببینید).

• فناوری‌های دیجیتال می‌توانند به **نظارت و برنامه‌ریزی**[5] در زمینه‌ی بلایا کمک کنند: شبیه‌سازی‌های سیل و بارندگی، استفاده از پهپادها جهت ساخت مدل‌های رقومی ارتفاعی همراه با سرعت‌سنجی تصویر ذرات در مقیاس بزرگ در راستای اندازه‌گیری تخلیه ناگهانی سیلاب و ارائه‌ی مدل‌های پیش‌بینی کننده‌ی مبتنی بر پیش‌بینی سیستم‌های هشدار اولیه. [۱۰۳].

1. Real-time data
2. Intelligent devices
3. Artificial intelligence models
4. AI
5. Monitoring of and planning

• اقدامات و استراتژی‌های کاهش خطر بلایا بر روی سیل یا خشکسالی متمرکز هستند، علیرغم اینکه سیل و خشکسالی دو مرحله افراطی در چرخه هیدرولوژیکی هستند، کاهش اقدامات جهت مقابله با این مخاطرات می‌تواند اثرات ناخواسته‌ای جهت مواجه با خطر داشته باشد [۱۰۴]. از این رو یک رویکرد یکپارچه جهت برنامه‌ریزی بلایای هیدرولوژیکی را می‌توان از طریق تصاویر سنجش از راه دور رادار [۱۰۵] و به اشتراک‌گذاری داده‌های آزاد [۱۰۶] پشتیبانی نمود (همچنین به بخش داده‌های محیطی مراجعه کنید).

مطالعه موردی: مقابله با هدر رفت آب با استفاده
از هوش مصنوعی در برزیل

در برزیل، ۳۸ درصد از آب چشمه‌ها در هنگام توزیع هدر می‌رود. یک استارت برزیلی، Stattus4 ، راه‌حلی با ترکیب حسگرهای اینترنت اشیا و هوش مصنوعی جهت شناسایی نشت‌های احتمالی، 4Fluid، را توسعه داد. با جمع‌آوری داده‌های ارتعاشی، میزان مصرف و فشار، هوش مصنوعی یاد می‌گیرد که بین ارتعاشات مورد انتظار آب جاری در لوله‌ها و ارتعاشاتی که نشان‌دهنده تلفات واقعی از طریق نشت و حتی خسارات آشکار از طریق اتصالات غیرقانونی یا کنتورهای آب آسیب‌دیده هستند، تمایز قائل شود و اطلاعات تقریباً لحظه‌ای را در اختیار مدیران جهت حمایت از تصمیم‌گیری‌ها قرار دهد [۱۰۷].

توصیه‌های سیاستی ۴

توسعه /اتخاذ ابزارها و فرآیندهایی با هدف کاهش ناکارآمدی‌ها جهت آمادگی سیستم غذایی در راستای تقاضای پیش‌بینی‌شده و تخصیص کارآمدتر محصولات غذایی

در سطح جهانی، بهره‌وری کشاورزی به طور پیوسته در طول زمان افزایش یافته است [۱۰۸]، اما در حال حاضر بخش کشاورزی در بسیاری از کشورها آمادگی لازم جهت پیش‌بینی میزان تقاضا و چالش‌های مرتبط با اقلیم در آینده را ندارد. بسیاری از کشاورزان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به بهترین اطلاعات و فناوری‌هایی که می‌تواند به بهبود عملکرد محصول کمک کند و بازار منصفانه‌ای را برای محصولاتشان تضمین کند، دسترسی ندارند. بیشتر در پایین دست سیستم غذایی مشکل از دست دادن و ضایعات مواد غذایی، تقریباً یک‌سوم کل تولید مواد غذایی را تشکیل می‌دهد و همچنین باعث تولید ۸ تا ۱۰ درصد از گازهای گلخانه‌ای[1] در سراسر جهان می‌شود[۱۰۹]. افزایش آگاهی نسبت به این مشکل منجر به افزایش تقاضای مصرف کنندگان جهت فهم مکانی که از آن مواد غذایی خریداری می‌شود، شده است، احساسی که گاهی اوقات با نگرانی‌های مربوط به سلامتی مواد غذایی تشدید می‌شود.در همین راستا تغییر تقاضای جهت عرضه محصولات تازه در طول سال منجر به رشد تجارت محصولات کشاورزی شده است که به فرایند جهانی شدن سیستم غذایی کمک فراوانی کرده است [۱۱۰]. این پیچیدگی دسترسی به اطلاعات به موقع و دقیق یک چالش اساسی برای تولیدکنندگان و مصرف کنندگان بوده که گاهی منجر به تخصیص نادرست عرضه و تقاضا در بازارهای جهانی شده می‌شود [۱۱۱]. جهت کاهش ناکارآمدی‌های ذکر شده در بالا، نیاز به شفافیت‌سازی بیشتر در سراسر سیستم غذایی وجود دارد. در بسیاری از موارد، بهبود دسترسی به فناوری‌های موجود مانند تلفن‌های همراه می‌تواند قابلیت اتصال را بهبود بخشد و با فراهم نمودن امکان شناخت دقیق بازار زمینه بهبود بهره‌وری و کاهش ضایعات را فراهم نماید [۱۱۲]. فناوری‌های

1. GHGs

فناوری‌های نوظهور مانند کلان داده‌ها و سیستم‌های ثبت و ضبط داده‌ها (بلاکچین) نیز پتانسیل بهبود شفافیت و ارائه تأییدیه برای محصولات غذایی را نشان می‌دهند. امکان استفاده از این فناوری‌ها یک مسئله حکمرانی و سرمایه‌گذاری برای اطمینان از هماهنگی مناسب و دسترسی برابر به فناوری‌ها در میان ذینفعان خواهد بود. فرآیندهایی که در سطوح داخلی و بین‌المللی این موارد را در اولویت قرار می‌دهند، در نهایت می‌توانند به بهبود نتایج برای کشاورزان، مصرف کنندگان و محیط زیست کمک نمایند. علی‌رغم روند کلی افزایش قابلیت اتصال، شکاف‌های قابل توجهی در این زمینه وجود دارد و در حال حاضر کمبود قابلیت اتصال مانعی برای شفافیت و کار آیی در سیستم غذایی است. در مزارعی که با هر اندازه در زنجیره‌های ارزش جهانی شرکت می‌کنند، داشتن آگاهی از شرایط و قیمت‌های فعلی بازار جهت موفقیت آمیز بودن ادغام بسیار مهم است. در مواردی که این اتصال ضعیف باشد، نتایج به شکلی با بازده کمتر، تبدیل محصولات فروخته نشده به ضایعات و افزایش شکاف در سواد دیجیتال قابل مشهود است[۱۱۳]. در رابطه با کشاورزانی که دانش کافی در مورد وضعیت بازار ندارند، اینترنت به آن‌ها کمک می‌کند بجای صرف زمان و تلاش زیادی جهت مذاکره با واسطه‌ها، کالاهایشان را به بازار عرضه کنند یا حتی تولید محصولات نامناسبی را متوقف کرد. درحالی‌که هزینه مستقیم این امر بر عهده خود کشاورزان است، اما هزینه‌های غیر مستقیم ناشی از خطرات جستجو و تخصیص نادرست کالا در مراتب بالاتر متوجه بازار جهانی است [۱۱۲]. از این رو تلاش در راستای بهبود پوشش تلفن همراه و دسترسی به اینترنت می‌تواند به کشاورزان جهت دسترسی به بازارها و خدمات مالی و همچنین بهبود سواد دیجیتالی خود کمک نماید. نتایج یک

پژوهش در کنیا نشان داد که ارائه اطلاعات از قیمت محصولات توسط یک برنامه تلفن همراه، برخی از کشاورزان را به سمت تغییر الگوهای کشت سوق می‌دهد که این امر ممکن است به افزایش درآمد بالاتر کمک کرده باشد [۱۱۴]. دستیابی به این امر در مقیاس وسیع‌تر مستلزم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و آموزش و همچنین تلاش در راستای ایجاد هماهنگی جهت دسترسی عادلانه به این فناوری‌ها می باشد. در مرحله توزیع و مصرف سیستم غذایی، ناکارآمدی‌های لجستیکی و فشارهای ایجاد شده از طرف تقاضا نیاز به استفاده از فناوری‌های جدید را نمایان می‌کنند. از دست دادن و ضایعات مواد غذایی در این مراحل رخ می‌دهد و با توجه به تأثیر نامطلوب این امر بر آب‌وهوا و میزان دسترسی به غذا، لذا مقابله با این مشکل باید در اولویت دولت‌ها قرار گیرد [۱۱۵]. درحالی‌که هنوز سیستم غذایی در حال شکل‌گیری است، فناوری‌های بلاکچین و کلان داده به‌عنوان ابزارهایی شناخته می‌شوند که می‌توانند شفافیت و قابلیت ردیابی سیستم‌های غذایی را بهبود بخشند و احتمال از بین رفتن غذا در مرحله پس از برداشت را کاهش دهند [۱۱۱]. در همین راستا، بلاکچین می‌تواند به تأیید اینکه آیا مواد غذایی استانداردهای بهداشتی و ایمنی را برآورده می‌کنند و همچنین به تأیید محصولات ارگانیک کمک نماید تا از صرفاً برچسب گذاری شرکت‌ها بر روی مواد غذایی جلوگیری نماید [۱۱۶]. در حال حاضر با افزایش سطح جهانی شدن در سیستم غذایی، چنین اقداماتی می‌تواند در جلوگیری از گسترش مواد غذایی آلوده به خارج از مبدأ خود بسیار مهم باشد. شروع این امر مستلزم همکاری از سوی تولیدکنندگان مواد غذایی برای افشای اطلاعات یا مقرراتی است که در حداقل سطوح شفافیت تعریف می‌شوند. جهت اجرای این امر، دولت‌ها باید سیستم‌هایی را هماهنگ و توسعه دهند

کـه اسـتانداردهای بهداشـتی و شـفافی را بـرای توزیـع کننـدگان مـواد غذایـی بـه وضـوح تعریـف کنـد. دیجیتالـی شـدن و اسـتفاده از فناوری‌هـای نوظهـور کـه قبـلاً شـرح داده شـد می‌تواننـد ایـن پیشـنهاد را امکان‌پذیرتـر کننـد.

مطالعه موردی: تولید پایدار برنج با استفاده از بلاکچین در هند

تولیـد برنـج، به‌عنـوان یکـی از بزرگ‌تریـن کالاهـای صادراتـی هنـد، بـه مقادیـر زیـادی آب وابسـته اسـت. ایـن محصـول از طریـق تولیـد گاز متـان در گرمایـش جهانـی سـهیم اسـت. از ایـن رو سـازمان تجـارت مواد غذایـی و کشـاورزی Olam بـا پلتفـرم بلاکچیـن TraceX جهت بهبود پایـدار تولیـد برنـج در هاریانـای هنـد بـا اسـتفاده از یـک راه حـل مبتنی بـر بلاکچیـن، شـروع بـه همـکاری نمـود. TraceX امـکان ارتباط سـاده بـا کشـاورزان، بازیابـی سـریع داده‌هـای حسابرسـی، شـفافیت و اعتمـاد متقابـل را در سراسـر زنجیـره ارزش را فراهـم می‌کنـد. بـر همیـن اسـاس کشـاورزان بـه لطـف مجموعـه داده‌هـا و راه حـل هـای توصیـه شـده، تـا ۱۲ درصـد افزایـش درآمـد، کاهـش مصـرف آب، و کاهـش اسـتفاده از آفـت کـش هـا (به میـزان حـدودا ۸۵ درصـد)، را گـزارش نمودنـد [۱۱۷].

توصیه‌های سیاستی ۵

افزایـش آگاهـی و اجـرای سیاسـت‌های مدیریـت ریسـک در رابطـه با آسـیب‌های امنیـت سـایبری مربـوط بـه دیجیتالـی کـردن سیسـتم‌های آب و غذایـی. ایـن بخش‌هـا به‌عنـوان زیرسـاخت‌های حیاتـی طبقه‌بنـدی می‌شـوند و می‌تواننـد بـه طـور بالقـوه از طریـق حمـلات سـایبری مـورد هـدف قرار گرفتـه و آسـیب ببیننـد.

دیجیتالی شدن سیستم‌های آب و غذایی امنیت سایبری این سیستم ها را در معرض خطر قرار می‌دهد. حمله سایبری به این سیستم‌ها می‌تواند بدین معنا باشد که سیستم‌ها به طور موقت یا دائم آسیب دیده‌اند و انجام وظایف در آن‌ها با مشکل مواجه گردد. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش ساز و کارهای از راه دور به دلیل وجود COVID-19مشخص شد که افزایش دیجیتالی شدن باعث تغییر چشم‌انداز تهدید سایبری می‌شود. در حال حاضر این امر باعث توجه بیشتری به آسیب‌پذیری‌های ارائه‌دهندگان شخص ثالث شده است. به عبارتی دیگر اهمیت خطر امنیت سایبری در زیرساخت‌های حیاتی را می‌توان بدین گونه توضیح داد، مهم نیست که یک سیستم دیجیتال متعلق به بخش دولتی، خصوصی، و یا بخش عمومی باشد، از آنجایی که دیجیتالی کردن به سیستم‌های به هم پیوسته نیاز دارد، لذا امنیت سایبری هر سیستمی به امنیت تمام تأمین کنندگان شخص ثالث درگیر بستگی دارد. یک اصل کلیدی در امنیت شبکه بر این نکته تأکید دارد که هر سیستمی به اندازه ضعیف ترین پیوند آن امن است [۱۱۸]. امروزه این اصل معمولاً به خطاهای انسانی در حفظ امنیت سیستم ها و آسیب‌پذیری‌های امنیتی ناشی از ارائه دهندگان شخص ثالث مرتبط است. با توجه به اینکه هر دو سیستم آب و غذا توسط آژانس امنیت سایبری و امنیت زیرساخت‌های ایالات متحده (CISA) [۱۱۹] به‌عنوان بخش‌های زیرساختی حیاتی طبقه‌بندی می‌شوند، لذا حملات سایبری به این سیستم‌ها می‌توانند با هدف سوء قصد قرار دادن یک ارائه‌دهنده خدمات دولتی یا عمومی، در معرض خطر یا نگرانی قابل توجهی قرار گیرند. گزارش ICS-CERT نشان می‌دهد که ۲۵ شرکت آب، حوادث مربوط به امنیت سایبری را در سال ۲۰۱۵ گزارش داده‌اند [۱۲۰]، همچنین این گزارش بخش آب و فاضلاب

را به‌عنوان سومین بخش هدفمند این حوادث طبقه‌بندی نمود [۱۲۱]. بنابراین یک موضوع کلیدی که در میان بخش‌ها (که در WWS نیز قابل استفاده است) مشاهده می‌شود این است که در بخش مدیریت، ایجاد دستورالعمل‌های امنیتی و آموزش‌های و آگاهی‌رسانی کارکنان از امنیت سایبری به جهت ارائه‌ی ارزیابی واقع بینانه ریسک مورد توجه قرار نگرفته است. سوابق حملات امنیت سایبری به سیستم‌های آبی نشان می‌دهد که هم تهدیدات داخلی (هک Maroochy Water Services در سال ۲۰۰۰، استرالیا) و هم تهدیدات خارجی (شرکت کموری واتر در سال ۲۰۱۶، ایالات متحده) می‌بایست در روند ارزیابی ریسک حین برداشتن گام‌هایی به سمت دیجیتالی‌سازی لحاظ شوند. به طور مثال حمله سایبری بر شرکت آب کموری شامل کنترل دریچه‌هایی بود که وظیفه مدیریت جریان مواد شیمیایی را بر عهده داشتند. از این رو، با افزایش تعداد سیستم‌های مربوطه، کنترل این سیستم ها بیش از پیش به کاهش آسیب‌پذیری امنیت سایبری برای ارائه دهندگان و کاربران کمک می‌کند [۱۲۲]. این حملات قابلیت دستیابی، دسترسی و کیفیت آب و غذای ارائه شده به کاربران را در معرض خطر قرار می‌دهد. در مورد امنیت شبکه سلامت موادغذایی می‌توان قابلیت دسترسی و امنیت زیستی را در لیست خطرات احتمالی فهرست نمود. محققان تأکید می‌کنند که حملات سایبری به سیستم‌های غذایی می‌تواند به شکل انواع تهدیدات در مزرعه و همچنین زنجیره تأمین یا تجهیزات شبکه به وقوع بپیوندد که تمامی این تهدیدات ممکن است دسترسی شهروندان به غذا را در معرض خطر قرار دهد [۱۲۳].

خلاصه بخش سیستم‌های آب و غذایی

فناوری‌های دیجیتال می‌توانند از طریق روش‌های مهمی به امنیت آب و غذایی کمک نمایند که پتانسیل بسیاری از این فناوری‌ها به نحوه استفاده آن توسط چه کسی و با چه اهدافی بستگی دارد. سیستم‌های غذایی در سرتاسر جهان به قرن‌ها دانش سنتی و منابع متنوعی از شواهد و مدارک آغشته شده‌اند که می‌بایست به‌عنوان پایه‌ای جهت امنیت غذا و آب مورد احترام قرار گیرند. تنش قابل توجهی در این زمینه بین درخواست برای رویکردهای صنعتی‌تر و رویکردهای مبتنی بر بوم‌شناسی کشاورزی وجود دارد. مجموعه‌ی روبه رشدی از شواهد، پتانسیل رویکردهای آگرواکولوژیکی را جهت بهبود چشمگیر سیستم‌های غذایی و پایداری نشان می‌دهد. بنابراین ضروری ست که فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در راستای پایداری و نه تنها جهت کار آیی مورد استفاده قرار گیرند. دیجیتالی شدن در سیستم‌های غذایی می‌بایست همیشه با ویژگی و حساسیت زمینه‌ای اعمال شود و ضروری است به سیستم‌های سنتی احترام گذاشته و مکمل آن‌ها باشد. معرفی و استفاده از فناوری‌های جدید باید همه‌ی جوامع، محلی تا جهانی را در تمام مراحل استفاده از فناوری درگیر نموده و توانمند سازد. **محرومیت دیجیتال**[1] مانعی همیشگی جهت استفاده از پتانسیل دیجیتالی شدن در راستای کمک به امنیت آب و غذایی است. نزدیک به نیمی از جمعیت جهان هنوز به اینترنت دسترسی ندارند و از هر ۳ مزرعه کوچک در جهان تنها ۱ مورد به پوشش تلفن همراه 4G دسترسی دارد [۱۲۴]. مدیر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) اعلام کرده است که «شکاف دیجیتالی در هیچ کجا به اندازه کشاورزی مشهود نیست» [۹۳]. از این رو استراتژی‌های فراگیر و نوآورانه‌ای جهت رسیدگی به محرومیت دیجیتال

1. Digital exclusion

که توسط یک چارچوب‌های سیاستی توانمند پشتیبانی می‌شود. موردنیاز است.وجود داده‌های محلی و اطلاعات به روز شده فراوان، به طور فزاینده‌ای جهت پیش‌بینی و پاسخ به نگرانی‌ها، اختلالات و کمبود در سیستم‌های آب و غذایی، از جمله اخذ تصمیم گیری فوری توسط دولت‌های محلی، حیاتی است. بنابراین نیازی آشکار به آموزش محلی بیشتر و فعالیت‌های ظرفیت سازی، از جمله توسعه مشارکتی ابزارها و خدمات محلی مرتبط وجود دارد. دولت‌های ملی باید منابع قابل توجهی را به طرح‌های مبتنی بر جامعه محلی اختصاص دهند که ظرفیت‌ها را در سطوح محلی برای جمع‌آوری و استفاده از داده‌ها در راستای اطلاع رسانی تصمیم‌گیری جهت امنیت آب و غذایی و همچنین انعطاف‌پذیری آب‌وهوا افزایش می‌دهد. بر همین اساس دیجیتالی کردن سیستم‌های آب و غذایی خطر ایمنی و امنیت این سیستم‌ها را افزایش می‌دهد. یک حمله دیجیتالی می‌تواند به این معنی باشد که سیستم ها به طور موقت یا دائم آسیب دیده اند و انجام وظایف وابسته این سیستم ها غیرممکن شده است. حملات سایبری می‌توانند با هدف سوء قصد قرار دادن ارائه دهنده خدمات دولتی یا عمومی را در مضیقه قابل توجهی قرار دهند. از طرفی تعداد و دفعات حملات به این سیستم‌های حیاتی روند رو به افزایشی را نشان می‌دهد [۱۲۲] و دیجیتالی شدن اکثر سیستم‌های آب و غذایی، آسیب‌پذیری‌های زیادی را برای تهدیدات داخلی و خارجی ایجاد می‌کند [۱۲۳]. به منظور تضمین امنیت این سیستم‌ها، دولت‌های ملی باید آگاهی و سیاست‌های مدیریت ریسک را در مورد آسیب‌پذیری‌های مرتبط با دیجیتالی‌سازی سیستم‌های آب و غذایی افزایش دهند. از این رو دیجیتالی شدن سیستم‌های مدیریت آب نیازمند توجه زیادی به پیچیدگی‌های زیرساخت‌های موجود است.

بنابرایـن محاسـبات شـبکه‌ای می‌توانـد از ذینفعـان مختلـف جهـت مدیریـت و بهبـود تدریجـی زیرسـاخت‌های پیچیـده ناهمگـن، بـه جـای تمرکـز بـر کارآیـی، پشـتیبانی کنـد. فرصت‌هـای زیـادی بـرای فناوری‌هـای جدیـد در راسـتای پشـتیبانی از امنیـت آب نظیـر: سیسـتم‌هایی کـه نظـارت و پاسـخی بـه موقـع جهـت تغییـرات تقاضـا و عرضـه ارائـه می‌دهنـد، هـوش مصنوعـی کـه می‌توانـد شبیه‌سـازی‌ها و پیش‌بینی‌هـا را توسـعه دهـد و همچنیـن بلاکچیـن کـه می‌توانـد شـبکه‌های متصـل آب را بـه طـور فزاینـده‌ای در برابـر حمـلات سـایبری محافظـت کنـد، وجـود دارد. دولت‌هـای ملـی بایـد از توسـعه مدل‌هـا، اسـتراتژی‌ها و سیسـتم‌ها حمایـت نماینـد تـا اطمینـان حاصـل شـود کـه مدیریـت دیجیتالـی آب، انعطاف‌پذیـر بـوده و در برابـر کمبـود و اختـلال مقـاوم اسـت. در نهایـت می‌تـوان عنـوان نمـود کـه رعایـت حقـوق بشـر در مـورد غـذا و آب امـری جهانـی بـوده و فناوری‌هـای دیجیتـال نقـش مهمـی در پاسـخ بـه تهدیـدات فـوری و خطـرات تخریـب محیـط زیسـت دارنـد. بنابرایـن تحـولات دیجیتـال در راسـتای تأمیـن امنیـت آب و غذایـی مسـتلزم ایجـاد «بسـته‌های نـوآوری فنی-اجتماعـی از فن‌آوری‌هـا، سیاسـت‌ها، دانـش، نهادهـای اجتماعـی و هنجارهـای فرهنگی هسـتند» [۸۷].

شفافیت زنجیره تأمین و دورانی بودن

دسـتگاه‌های دیجیتـال (دسـتگاه‌های ICT ، مودم‌هـا، سـوئیچ‌ها، محصـولات مصرفـی ماننـد گوشـی‌های هوشـمند و ...) در هـر مرحلـه از چرخـه زندگـی خـود، اثـرات زیسـت محیطـی، اجتماعـی و اقتصـادی قابـل توجهـی بـر زنجیره تأمیـن از جملـه: زنجیـره تأمیـن معکـوس تـا مدیریـت ضایعـات الکترونیکـی در پایـان عمـر، دارنـد. در حـال حاضـر، سـالانه بیـش از ۶ میلیـارد کالای ICT جدیـد در سراسـر جهـان فروختـه می‌شـود کـه تخمیـن زده می‌شـود از ایـن

تعداد ۱/۶ میلیارد گوشی هوشمند باشد. همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، در سال ۲۰۲۱، ۱۲۶ میلیون رایانه رومیزی، ۶۵۹ میلیون لپ‌تاپ و ۵۱۳ میلیون مودم Wi-Fi تولید شده است (ITU-TL1024, 2020) [125]. از این رو انتظار می‌رود این اعداد طی پنج تا ده سال آینده با استفاده از فناوری‌های جدید «هوشمند» رشد تصاعدی داشته باشند.

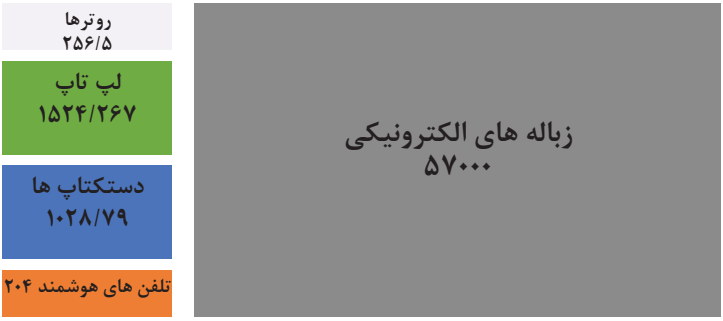
شکل ۷| برآورد میلیون واحد (۲۰۲۱)

(منبع: نقشه درختی توسط Leandro Navarro ، با رضایت نویسنده منتشر شده است. منابع داده: GSMA (گوشی‌های هوشمند)، ITU-T L.1024 ، تخمین وزن دستگاه‌های Wolfram Alpha [گوشی هوشمند: ۰/۱۳۶، رومیزی: ۸/۱۶۵، لپ تاپ: ۲/۳۱۳، روتر: ۰/۵ کیلوگرم] و نظارت بر ضایعات الکترونیکی سازمان ملل متحد)

در سال ۲۰۱۹، ۵۳/۶ میلیون تن (Mt) زباله الکترونیکی[1] (هر محصول دور ریختنی با قطعات الکترونیکی) در سراسر جهان تولید شده است که تنها در طی پنج سال ۲۱ درصد افزایش داشته است. زباله‌های الکترونیکی همچنان سریع‌ترین جریان زباله در جهان هستند و تخمین زده می‌شود

۱. به (WEEE) واژه زباله های الکترونیکی و زباله های تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی جای یکدیگر استفاده می شود.

که تا سال ۲۰۳۰ این میزان به ۷۴ میلیون تن برسد. بیشتر قطعات الکترونیکی در جریان زباله‌های عمومی دور ریخته می‌شود و منجر به از دست رفتن منابع ثانویه به ارزش ۵۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۹ می‌شوند. علاوه بر این، زباله‌های الکترونیکی اغلب به‌طور غیرقانونی به کشورهای در حال توسعه وارد می‌شوند، جایی که معمولاً امکان ردیابی آن در بخش غیررسمی از بین می‌رود و در محل‌های دفن زباله به صورت غیررسمی تخلیه می‌شوند. شکل ۸ برآورد میزان زباله‌های الکترونیکی را برای سال ۲۰۲۱ در مقایسه با دستگاه‌های خاص‌تر از شکل قبلی نشان می‌دهد که بر اساس آن برآورد میزان وزن در واحد، به وزن ترجمه شده است. این شکل نشان می‌دهد که مشکل زباله‌های الکترونیکی و میزان وسایل الکترونیکی در زندگی ما، در مقایسه با تعداد معدودی از دستگاه‌های معروف ICT تولید شده، چقدر بزرگ است.



شکل ۸| برآورد میلیون‌ها کیلوگرم (هزار تن) برای سال ۲۰۲۱.

(منبع: نقشه درختی توسط Leandro Navarro ، با رضایت نویسنده منتشر شده است. داده‌های GSMA (گوشی‌های هوشمند)، ITU-T L1.024، تخمین وزن دستگاه‌ها از Wolfram Alpha[0/136، 8/165، 2/313، 0/5] و نظارت بر ضایعات‌الکترونیکی‌جهانی‌سازمان‌ملل‌متحد.)

سهم ICT از نظر میزان مصرف انرژی یکی دیگر از جنبه‌های زیست محیطی فناوری‌های دیجیتال است که نمی‌توان آن را نادیده گرفت. ظهور تحول دیجیتال باعث افزایش پتانسیل سهم ICT از برق جهانی و آزاد سازی گازهای گلخانه‌ای شده است. انرژی‌های تجدیدپذیر یا انرژی‌های محلی می‌توانند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن‌ها کمک نمایند. همچنین اجزای مادی ICT نیز سهم عمده‌ای در گرمایش جهانی دارند. از طرفی فعالیت‌های بالادستی، از جمله استخراج مواد خام، حمل و نقل و تولید بیشترین تأثیر را بر محیط زیست و پایداری دارند. درحالی‌که ICT و راه حل های دیجیتال می‌توانند کار آیی انرژی، مدیریت موجودی، حمل و نقل (به‌عنوان مثال، دورکاری و کنفرانس ویدئویی، جایگزینی محصولات فیزیکی با اطلاعات دیجیتال و ...) و سایر جنبه‌های زندگی اجتماعی و اقتصادی را به میزان قابل توجهی بهبود بخشند، لذا جهت تحقق کامل این پتانسیل‌ها ضروری است آن‌ها با در نظر گرفتن پایداری، توسعه و اجرا داده شوند. همان‌طور که در استاندارد بین‌المللی بخش توصیه ۱۴۷۰ پیشنهاد شده است که مسیرهای انتشار گازهای گلخانه‌ای برای ICT مطابق با توافقنامه UNFCCC پاریس تعریف شود، دنیای دیجیتال بخشی از مشکل است و ممکن است بخشی از راه حل نیز باشد؛ بنابراین نیازمند یک هماهنگی سیاستی عمده و تلاش‌های اجتماعی و صنعتی هستیم[۱۲۶]. همان‌طور که در این بخش نشان داده خواهد شد، دیجیتالی کردن اطلاعات در رابطه با پایداری ICT در تمامی مراحل از جمله دستیابی به مواد خام تا مدیریت زباله‌ها می‌توانند به طور فراوانی قابلیت استفاده مجدد و بازیافت ICT را بهبود بخشد. این امر می‌تواند میزان شفافیت و مسئولیت‌پذیری را در سراسر زنجیره تأمین ICT از طریق

طریق روش‌هایی مانند ارزیابی اثرات به جهت محاسبه و محدود نمودن ردپای زیست محیطی تقویت نماید. همچنین به ادغام داده‌های موجود و جدید در راستای تجزیه‌وتحلیل و تسهیل قابلیت همکاری در بین متصدیان مختلف درگیر کمک نماید.بنابراین زیرساخت‌ها، محصولات و خدمات دیجیتال می‌توانند با کمک یکدیگر مکانیسم‌های مبتنی بر پایداری را در فناوری‌های دیجیتال پیاده‌سازی نموده و بیشترین پتانسیل را برای به حداکثر رساندن نتایج مثبت دیجیتالی سازی در تمام بخش‌های جامعه و کمک به رعایت محدودیت‌های زیست محیطی داشته باشند.

اقتصاد دورانی[1]

با توجه به افزایش عدم قطعیت زنجیره تأمین جهانی و نگرانی‌های فزاینده در رابطه با زباله‌های الکترونیکی، شرکت‌های الکترونیکی و ICT، مانند سایر بخش‌های فعالیت انسانی، توجه خود را به سمت اقتصاد دورانی معطوف نموده‌اند. هدف اقتصاد دورانی، طراحی از بین بردن زباله‌ها و آلودگی با نگه داشتن محصولات و مواد تا زمانی که قابل استفاده هستند، می‌باشد. بنابراین از طریق استفاده از اصول طراحی دورانی نظیر: طراحی جهت افزایش دوام، سهولت تعمیر و مدولار بودن، قابلیت تولید مجدد، بازیافت و کاهش سمیت، تقاضا برای مواد اولیه کاهش می‌یابد و در نتیجه انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر این، محصولات ICT که با اصول دورانی طراحی شده‌اند، منجر به کاهش حجم زیادی از زباله‌های الکترونیکی ورودی به محل دفن زباله و آسیب به محیط زیست خواهند شد. در حال حاضر کشورهای در حال توسعه سهم بزرگی در بازیافت تجهیزات ICT دارند. درحالی‌که تعمیر و نوسازی تجهیزات ICT استفاده شده

1. Circular Economy

از مزایای دسترسی به تجهیزات و خدمات دیجیتال برای مردم کشورهای کم درآمد محسوب می‌شود، اما این کشورها اغلب فاقد زیرساخت لازم جهت بازیافت و آموزش تخصصی کافی جهت تعمیر و بازیافت زباله‌های الکترونیکی در شرایط اجتماعی و به شیوه‌ای ایمن از نظر زیست محیطی هستند. بر همین اساس افزایش مقیاس طراحی محصول دورانی، مدل‌های تجاری و پرداختن به مسائل افزایش زباله‌های الکترونیکی به خودی خود به وقوع نمی‌پیوندد. این امر مستلزم تقویت مقررات موجود و ارائه مجموعه‌ای از سیاست‌ها و قوانینی است که شرایط را برای رونق آن‌ها فراهم می‌کند. نمونه‌هایی از الزام حمایت تولیدکننده‌ی عمده (EPR) برای ICTو تجهیزات الکترونیکی شامل: معافیت مالیاتی خدمات تعمیر و بازسازی، کارت دیجیتال محصولات و استانداردهای طراحی سازگار با محیط زیست می‌باشند. از این رو، طراحی دورانی فراتر از استانداردهای فعلی طراحی زیست محیطی است که به طور سنتی صرفاً بر بهبود بهره‌وری انرژی ICT و محصولات الکترونیکی تمرکز دارند. در حال حاضر رویکرد جدید طراحی زیست محیطی اتحادیه اروپا بر کار آیی انرژی و مواد (مانند دوام، قابلیت تعمیر/نوسازی، بازیافت) استوار است. دو شرکت Fairphone و SHIFT نمونه‌ای از اتخاذ طراحی دورانی برای ICT هستند. این دو شرکت ICT ، تلفن‌ها را از موادی که به‌طور مسئولانه تولید شده‌اند و بر اساس طراحی مدولار می‌سازند و بدین ترتیب سهولت تعمیر و افزایش طول عمر را تضمین می‌نمایند. طراحی دورانی محصولات ICT باید با اجرای مدل‌های تجارت دورانی مانند ارائه محصولات دست دوم تعمیر شده، ارائه‌ی محصولات ICT به‌عنوان یک خدمت (مثلاً اجاره، مالکیت جمعی) و به اشتراک‌گذاری محصول و خرید مجدد محصول که تولیدکنندگان را تشویق می‌کند تا طول عمر و دوام محصولات خود را

از «کامپیوتر به‌عنوان یک سرویس» استفاده نموده و تجهیزات ICT نوسازی شده از جمله لپ تاپ، رایانه رومیزی، نمایشگر و سرور را ارائه می‌کند. در حال حاضر دورانی بودن جهت حل چالش‌های فعلی و آتی زنجیره تأمین ICT امری حیاتی است. بدین ترتیب، افزایش مقیاس و تحقق اقتصاد دورانی در تمامی بخش‌های فعالیت جامعه، به شدت با افزایش مقیاس ICT و سایر خدمات دیجیتالی همراه است که امکان ردیابی شفاف کالاها و مواد در طول چرخه عمر آن‌ها از استخراج تا بازیافت و همچنین پیاده‌سازی مدل‌ها و خدمات تجارت دورانی (به‌عنوان مثال، نظارت بر شرایط واقعی تجهیزات و ارائه محصولات به‌عنوان خدمات) را فراهم می‌کند.

توصیه‌های سیاستی ۱

به حداکثر رساندن کار آیی زیست محیطی فناوری دیجیتال: شفافیت و مسئولیت‌پذیری زنجیره‌های تأمین از طریق تحول دیجیتال. محصولات فناوری دیجیتال به یک زنجیره تأمین بسیار پیچیده وابسته هستند. دیجیتالی شدن جزئیات و زنجیره نگهداری مواد، قطعات، تولید دستگاه‌ها، قابلیت استفاده و استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی مواد ثانویه، می‌تواند شفافیت و مسئولیت‌پذیری را برای زنجیره تأمین ICT به ارمغان آورد. بسیاری از جزئیاتی که در فرمت دیجیتال قابل دسترس هستند، ممکن است فرآیندهای کلیدی مرتبط با کار آیی زیست محیطی مانند بررسی دقیق در تدارکات، قابلیت ردیابی طول چرخه‌ی زندگی (به‌عنوان مثال، بازار دست دوم) و پردازش زباله‌های الکترونیکی را مجاز و تسهیل نمایند. در همین راستا می‌توان از سیاست‌ها، روش‌ها، مسئولیت‌ها و مشوق‌ها جهت به حداکثر رساندن کار آیی زیست محیطی در بخش ICT بر اساس در دسترس بودن اطلاعات دیجیتال مورد اعتماد و قابل تأیید اجرا نمود.

کارت دیجیتالی محصولات (DPP) مجموعه‌ای ساختاریافته از داده‌های مرتبط به محصول با دامنه از پیش تعریف شده و مالکیت داده‌ها و حقوق دسترسی توافق شده است که از طریق یک شناسه منحصر به فرد، جزئیات تمام مراحل، از مواد خام گرفته تا زباله‌های الکترونیکی را منتقل می‌کند. یک DPP می‌تواند به یکپارچه سازی داده‌های موجود و جدید و همچنین تسهیل قابلیت همکاری در بین حامیان مختلف درگیر کمک نمایند و ویژگی‌های با کیفیتی (ایمنی) مانند شفافیت، قابلیت ردیابی، اثبات پذیری، پاسخگویی محصولات دیجیتال فراهم نماید که در نهایت می‌تواند از زیرساخت‌ها و خدماتی که پشتیبانی دیجیتالی از دیجیتال شدن پایدار ارائه می‌کنند، حمایت کند. دیجیتالی شدن از طریق یک DPP می‌تواند چندین مزیت را در سراسر سراسر زنجیره ارزش به همراه داشته باشد:

۱. **تسهیل تولید دانش در سراسر زنجیره ارزش**: ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی جهت یکپارچه‌سازی و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، محاسبه خودکار ارزیابی اثرات زیست محیطی و همچنین رعایت مقررات ملی یا منطقه‌ای در مورد حق استفاده مجدد و تعمیر.

۲. **کاهش کاغذبازی و بار اداری**: دیجیتالی شدن می‌تواند به ساده سازی جنبه اداری زنجیره ارزش الکترونیک کمک کند، جدا از مزایای مستقیمی مانند کاهش کاغذبازی، نگهداری سوابق، قراردادها و خطاهای انسانی، تلاش‌های دیجیتالی شدن در بخش مدیریت زباله‌های الکترونیکی، قابلیت دسترسی به اطلاعات عملی در زمینه زباله‌های الکترونیکی را بهبود می‌بخشد.

۳. **دیجیتالـی کردن اطلاعات** لازم جهت انطبـاق با رویه رضایت آگاهانه قبلی در راسـتای جابجایـی فرامرزی زباله‌های الکترونیکی بر اسـاس کنوانسـیون بازل.

۴. **ایجـاد زنجیـره دیجیتالـی نگهـداری از زباله‌هـای الکترونیکـی**: ادغـام چندیـن لایه از فرآیندهای لجسـتیک، مدیریت و تصویب در یک سیسـتم مدیریـت پسـماند الکترونیکـی کارآمد و مؤثـر؛ دیجیتالی کردن و خـودکار کردن عملیـات بـرای ارائه زنجیره معتبر نگهـداری، مدیریت موجودی‌هـا، صدور گواهی بازیافـت، محاسـبات مالـی، تسویه‌حسـاب‌ها و ایجـاد گـزارش مطابـق بـا اهداف.

۵. **نظـارت و اجـرای کارآمدتـر**: فرآیندهـای نظـارت و ممیـزی مجـازی. ممیزی‌هایـی کـه قبـلاً بـه صـورت حضـوری انجـام می‌شـد، اکنـون می‌تـوان بـه صـورت مجـازی، دیجیتالـی و از راه دور انجـام شـوند.

۶. **ظرفیـت سـازی و افزایـش آگاهـی**: ارائـه اطلاعاتـی جهـت القـای نگـرش مثبت نسبت به دورانی بودن

۷. امـکان دسترسـی شـهروندان بـه اطلاعـات مرتبـط و تأییـد شـده محصـول.

۸. فعال‌سـازی خدمات مرتبط با سـاخت مجدد، قابلیت تعمیر، عمر دوم، قابلیت بازیافـت و توانمند سـازی مدل‌های تجـاری پایدارتر (محصول به‌عنـوان خدمات). ایـن اطلاعـات در دسـترس بـه راحتـی می‌توانـد به ترویج، تسـریع و اطمینـان از بـه حداکثـر رسـاندن کار آیی زیسـت محیطی فنـاوری دیجیتال کمـک نمایند.

توصیه‌های سیاستی ۲

پشتیبانی از استانداردهای بین‌المللی جهت شفافیت و قابلیت ردیابی در تمام زنجیره‌های تأمین: دورانی بوده و فناوری دیجیتال در راستای افزایش شفافیت و کاهش اثرات زیست محیطی. در حال حاضر پیچیدگی موجود در زنجیره‌های تأمین مدرن چالشی را برای تولیدکنندگان یا کسانی که هر کالایی از جمله ICT را تهیه می‌کنند، به وجود می‌آورد. تأمین کنندگان طرف قرارداد ممکن است تأمین کنندگان فرعی خود را داشته باشند که در نهایت می‌تواند منجر به ایجاد صدها تأمین کننده برای یک محصول شود که امکان شفافیت و قابلیت ردیابی را به یک پیشنهاد دشوار تبدیل می‌کند [۱۱۹]. بیشتر در پایین دست وقتی یک محصول به پایان زندگی خود می‌رسد و از بین می‌رود از چالش‌های مشابه شفافیت ناشی از افزایش دورانی بودن و کاهش ضایعات دور می‌شود. همان‌طور که قبلا» اشاره شد، ضایعات اغلب به طور غیررسمی و بدون توجه به فرآیندهایی که می‌توانند قابلیت ردیابی را بهبود بخشند، دور ریخته می‌شوند که این امر سبب ایجاد چالش‌هایی در کشورهایی که ضایعات پایان چرخه‌ی زندگی را دریافت می‌کنند و امکان استفاده مجدد از مواد و اجرای مدل‌های دورانی را ندارند، می‌شود. شفافیت در هر زنجیره تأمین را می‌توان به‌عنوان اطلاعاتی تعریف نمود که به راحتی در هر مرحله از زنجیره ارزش در دسترس می باشد و امکان درک همه دست اندرکاران اقتصادی درگیر را فراهم می‌کند [۱۲۷]. این امر با اصول SDG12 در رابطه با الگوهای مصرف مسئولانه و پایدار مطابقت دارد [۱۲۷]. علاوه بر این، SDG12 و یک زنجیره تأمین شفاف با مدل اقتصاد دورانی در ICT همسو هستند، زیرا مقدار مواد خام لازم جهت تولید را محدود می‌نمایند. برای دستیابی به

ایـن هـدف، یـک تـلاش بین‌المللـی جهـت اجـرای سیاسـت‌هایی کـه سـطح قابـل قبولـی از شـفافیت را تعریـف نمـوده و فراینـد تأییـد مسـتقل را تسـهیل می‌نماینـد، توصیـه می‌شـود. بعـلاوه، ایـن مجموعـه سیاسـت‌ها بایـد اعضـا را ملـزم نمایـد تـا در صـورت امـکان، یـک مـدل دورانـی را بـا یکدیگـر ادغـام نماینـد. ایـن سیاسـت‌ها می‌تواننـد شـکلی شـبیه بـه آنچـه شـورای اقتصـادی و اجتماعـی سـازمان ملـل در زنجیره‌هـای تأمیـن بـرای صنایـع پوشـاک و کفـش پیشـنهاد می‌کنـد، داشـته باشـند [۱۲۸]. در اینجـا، ECOSOC تعریـف حداقـل سـطوح شـفافیت و قابلیـت ردیابـی در سراسـر زنجیـره تأمیـن را توصیـه می‌کنـد، فرآینـدی کـه در حـال حاضـر بـرای تولیـد ICT یـا بسـیاری از بخش‌هـای دیگـر وجـود نـدارد. همچنیـن توصیـه می‌شـود کـه مشـوق‌های تحقیـق و توسـعه (R&D) بـه منظـور حمایـت از افزایـش راه‌حل‌هـای نوآورانـه جهـت پیشـبرد اهـداف شـفافیت و قابلیـت ردیابـی، بـه مرحلـه اجـرا در بیابـد. در مولفـه دوم پیشـنهاد عنـوان می‌شـود، در حـال حاضـر فناوری‌هـای دیجیتـال در دسـترس هسـتند امـا نیـاز بـه کاربـرد در مقیـاس وسـیع‌تر دارنـد. بـه طـور خـاص، دفتـر کل توزیـع یـا فناوری‌هـای بلاکچیـن و هـوش مصنوعـی بـه دلیـل توانایـی قابـل توجـه آن‌هـا در ردیابـی و تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـای پیچیـده، می‌تواننـد جهـت بهبـود شـفافیت زنجیـره تأمیـن مفیـد واقـع شـوند. کاربـرد ایـن فناوری‌هـا بـه زنجیره‌هـای تأمیـن ICT محـدود نمی‌شـود بلکـه اسـتفاده از آن‌هـا می‌توانـد جهـت زنجیره‌هـای تأمیـن در سـایر صنایـع مفیـد باشـد زیـرا چالش‌هـای شـفافیت و دایره‌گرایـی اغلـب یکسـان می‌باشـند. عـلاوه بـر ایـن، کاربـرد آن‌هـا بـه هیـچ یـک از حوزه‌هـای لجسـتیک محـدود نمی‌شـوند و از فـاز مـواد خـام و مصـرف نهایـی گرفتـه تـا بازیافـت و قابلیـت اسـتفاده مجدد دارای پتانسـیل هسـتند. اسـتفاده از دفتر کل توزیـع یـا بلاکچیـن می‌توانـد ایجـاد «کدهـای قرمـز» بـرای تأمین‌کنندگانـی

را کـه بـا سوءاسـتفاده‌های زیسـت محیطـی همـراه هسـتند، امکان‌پذیـر نمـوده و ردیابـی چنیـن مـواردی را بسـیار کارآمدتـر نمایـد؛ همچنیـن می‌توان انتظـار داشـت درجـه بالاتـری از پاسـخگویی و تأییـد پذیـری در اسـتانداردهای موردتوافـق وجـود داشـته باشـد [۱۲۹]. چالـش اصلـی بـه کارگیـری بلاکچین ایـن اسـت کـه چگونـه شـرکت‌ها را در سراسـر زنجیـره تأمیـن وادار کنیـم تـا اطلاعـات مربـوط بـه تأمین‌کننـدگان مربوطـه بـه خـود را بـه اشـتراک بگذارند زیـرا ممکـن اسـت چنیـن اقدامـی را به‌عنـوان کاهـش قـدرت رقابـت خـود قلمـداد کننـد. در چارچـوب هـدف شـفافیت و دورانـی بـودن بایـد ایـن درک حاصـل شـود کـه بسـیاری از زنجیره‌هـای تأمیـن، همان‌طـور کـه در حـال حاضـر طراحـی شـده‌اند، بـرای انسـان‌ها بسـیار پیچیـده و دشـوار هسـتند کـه بـه طـور مؤثـر بـا درجـه بالایـی از اطمینـان مدیریـت کننـد [۱۳۰]. بـه همـراه ایـن تلاش‌هـا جهـت افزایـش شـفافیت و بهره‌گیـری از فناوری‌هـای جدیـد، یـک اسـتراتژی دایـره‌ای بـرای کالاهـا در امتـداد زنجیره‌هـای تأمیـن یـا در غیـر ایـن صـورت کـه به‌عنـوان زنجیـره تأمیـن معکـوس شـناخته می‌شـود، موردنیـاز اسـت. توانایـی اسـتفاده و سـاخت مجـدد یـا اسـتفاده دوبـاره از برخی یـا تمامـی اجـزای یـک کالای خـاص، مزایـای زیسـت محیطـی آشـکاری در پـی خواهـد داشـت و درعین‌حـال بـه رشـد تجـارت کمـک می‌کنـد. نتایـج یـک مطالعـه [۱۳۱] نشـان می‌دهـد کـه ۷۰ درصـد از رهبـران زنجیـره تأمیـن جهـت سـرمایه‌گذاری در شـیوه‌های اقتصـاد دورانـی تـا سـال ۲۰۲۰ برنامه‌ریـزی کـرده انـد، همچنیـن نتایـج ایـن مطالعـه نشـان داد که تنهـا از ۲۷ درصـد فناوری‌هـای دیجیتـال جهـت تسـهیل زنجیره‌هـای تأمیـن معکـوس اسـتفاده می‌شـود. تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـای بلاکچیـن و هـوش مصنوعـی می‌توانـد بـرای زنجیره‌هـای تأمیـن معکـوس بـا دادن هویـت دیجیتالـی بـه هـر محصـول و ثبـت شـواهد مربـوط بـه رویدادهـای مربوطـه مـورد اسـتفاده

قرار گیرد و ردیابی آن را در طول زمان آسان‌تر می‌کند. استانداردهای بین‌المللی همراه با پذیرش فناوری‌های نوظهور فوق می‌تواند سهم قابل توجهی در افزایش شفافیت زنجیره تأمین و دورانی بودن تولید کالاهای ICT و غیر ICT داشته باشد. این مجموعه از استانداردها توسط دولت‌ها می‌توانند به‌طور داوطلبانه از طریق سازمان‌های توسعه‌دهنده استاندارد مانند ISO (سازمان‌های استاندارد بین‌المللی) یا ITU (اتحادیه بین‌المللی مخابرات) یا در یک انجمن چندجانبه ایجاد شوند. در نتیجه می‌توانند شرایط تجاری مطلوب‌تری را برای دولت‌ها و شرکت‌هایی که از اصول شفافیت، پاسخگویی، دورانی بودن و قابلیت همکاری در زنجیره تأمین به‌کارگیرند. بر همین اساس استانداردهای پیشنهادی می‌توانند از راهنمای OECD در مورد زنجیره‌های تأمین مسئول جهت مواد معدنی متعارض با بخش ICT استخراج شوند، درعین‌حال، آن‌ها به طور گسترده‌تری می‌توانند در اجزای پایین‌دست زنجیره‌های تأمین دایره‌ای و کمک‌های ارائه شده توسط فناوری‌های دیجیتال سودمند، اعمال شوند. در حالت ایده‌آل، استانداردهای پیشنهادی منجر به کسب مزایای زیست محیطی، حقوق بشر و مالی می‌شوند، درحالی‌که نوآوری‌های موردنیاز جهت رسیدگی به چالش‌های جهانی که امروزه در تمامی زنجیره‌های تأمین وجود دارد را تحریک می‌کنند.

توصیه‌های سیاستی ۳

از استانداردهای بین‌المللی جهت بهبود مدیریت زباله‌های الکترونیکی و هدایت اجرای دورانی در سراسر زنجیره تأمین ICT استفاده کنید. اقتصاد دورانی یا چرخشی ابزار قدرتمندی جهت همسویی ارزش‌های زنجیره تأمین ICT با پایداری است [۱۳۲]. در یک مدل دورانی، محصولات،

تجهیزات و زیرساخت‌های ICT با در نظر گرفتن دورانی بودن طراحی و اجرا می‌شوند. این طراحی‌ها شامل طراحی بازیافت، قابلیت تعمیر، و ارتقاء جهت اجرای سیاست‌های مسئولیت‌پذیری تولیدکننده در مدیریت پایان چرخه‌ی زندگی می‌باشند. از این رو هر دو بخش ICT و سیاست‌گذاران می‌توانند دست‌به‌دست هم داده تا پایداری زیست محیطی را در سراسر زنجیره تأمین ICT افزایش دهند و امکان بهره‌مندی همه از مزایای کامل دیجیتالی شدن را فراهم نمایند. همچنین این ویژگی‌های دورانی می‌تواند تولید زباله‌های الکترونیکی را کاهش داده و اثرات نامطلوب آن را به حداقل برساند.

استانداردهای بین‌المللی نقش مهمی در اجرای موفقیت آمیز اقتصاد دورانی در ICT و سیستم مدیریت زباله الکترونیکی پایدار دارند. این استانداردها حاوی توصیه‌های فنی و ابزارهای اندازه‌گیری هستند که شرکت‌های ICT را قادر می‌سازند بدون توجه به سطح توسعه خود، ویژگی دورانی را اتخاذ نمایند. شرکت‌های ICT می‌توانند با استفاده از استانداردهای مناسب، بر اساس مجموعه‌ای از پارامترهای مورد توافق کارشناسان بین‌المللی، میزان دورانی را اندازه‌گیری و تعریف کنند. همچنین آن‌ها می‌توانند میزان پیشرفت در پایداری خود را بر اساس اهداف جهانی نظیر اهداف توسعه پایدار محک بزنند. از طرفی سیاست‌گذاران نیز می‌توانند از سیستم‌های EPR و استراتژی‌های مدیریت زباله‌های الکترونیکی که اثر بخشی آن‌ها ثابت شده است، استفاده کنند. استانداردها ابزارهای کلیدی جهت ایجاد چشم اندازی مشترک از اقتصاد دورانی برای ICT و ارتقای بهترین شیوه‌هایی هستند که رشد مشترک را امکان‌پذیر می‌کند. در حال حاضر چندین گروه بین‌المللی استانداردهایی را جهت اجرای دورانی در ICT ایجاد کرده اند.

گـروه مطالعاتـی5 (SG5) اتحادیـه بین‌المللـی مخابـرات (ITU)یکـی از اولیـن گروه‌هـای بین‌المللـی اسـت کـه اسـتانداردهای بین‌المللـی را در مـورد اقتصـاد دایـره‌ای متناسـب بـا زمینـه ICT ایجـاد کـرده انـد. بـه طـور مثـال:

• توصیـه ITU-T L 1020 در مـورد "اقتصـاد دورانـی : راهنمـای اپراتورهـا و تأمیـن کننـدگان در رابطـه بـا رویکردهـای مهاجـرت بـه سـوی کالاهـا و شـبکه‌های ICT دورانـی" یـک نمـای کلـی از نحـوه همـکاری اپراتورهـای ICT بـا شـرکای زنجیـره تأمیـن خـود جهـت تعریـف و بهبـود جنبه‌هـای CE بـرای کالاهـا و شـبکه‌های ICT ارائـه می‌دهـد.

• توصیه ITU-T L 1021 "مسئولیت گسترده تولید کننده - دستورالعمل‌ها جهـت مدیریـت پایـدار زباله‌هـای الکترونیکـی" دسـتورالعمل‌هایی را توضیـح می‌دهـد کـه سیاسـت‌گذاران می‌تواننـد جهـت اجـرای یـک سیسـتم EPR در راسـتای بهبـود مدیریـت پایـان چرخـه‌ی زندگـی ICT از آن اسـتفاده کننـد.

• توصیه ITU-T L 1023 "روش ارزیابی برای امتیاز دهی دورانی" روشی را بـرای ارزیابـی دورانـی بـودن کالاهـای ICT بـر اسـاس یک سیسـتم امتیازدهی ارائـه می‌دهـد. طراحـان ICT می‌تواننـد از ایـن اسـتاندارد جهـت بهبـود دورانـی محصـول خـود در طـی اولیـن مرحلـه چرخـه زندگـی از آن اسـتفاده نماینـد

• توصیـه ITU-T L 1030 "چارچـوب مدیریـت زباله‌هـای الکترونیکی برای کشـورها" شامل جزئیاتی در مورد طراحی یک سیستم مدیریت زباله الکترونیکی در سـطح ملی از جمله الزامات عمومی، نقش سـهامداران مختلف و ...، می باشـد.

• توصیه ITU-T L 1050 "روش شناسایی تجهیزات کلیدی به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی و تولید زباله‌های الکترونیکی از معماری‌های مختلف شبکه" یک چارچوب ارزیابی برای شناسایی اثرات زیست محیطی معماری شبکه ارائه می‌دهد. همچنین اپراتورهای ICT را قادر می‌سازد تا مکان‌هایی را که جهت انجام اقدامات مناسب موردنیاز است، شناسایی کنند. همچنین با توجه به مباحث پیشین، اصول اقتصاد دورانی می‌تواند پایه‌ای قدرتمند برای کارت دیجیتال محصول در راستای پایداری فراهم نماید. از سال‌های گذشته کمیسیون اروپا در برنامه‌ی اقدام اقتصاد دورانی خود طراحی کارت محصول پایدار را به‌عنوان اقدامی قابل‌اجرا جهت ایجاد انگیزه در راستای اقدامات پایدار و تقویت عملکرد پایداری، به رسمیت می‌شناسد. در حال حاضر ITU-T SG5 در راستای مطالعه الزامات استانداردسازی کارت دیجیتالی محصولات کالاهای ICT فعالیت می‌کند. این الزامات شامل شناسایی مجموعه‌ای از ویژگی‌های محصول است که با مدیریت یک محصول ICT در طول چرخه زندگی آن و با در نظر گرفتن اصول اقتصاد دایره‌ای مرتبط است. از این رو اکیداً توصیه می‌شود که بخش ICT و سیاست‌گذاران از استانداردهای بین‌المللی موجود جهت اجرای دورانی در سراسر ICT و دیجیتالی سازی استفاده نمایند.

توصیه‌های سیاستی ۴

راه اندازی پشتیبانی اختصاصی از کشورهای در حال توسعه جهت مقابله با چالش‌های زباله‌های الکترونیکی و ارتقاء تعمیرات صنعتی و فعالیت‌های بازیافت.بسیاری از کشورهای در حال توسعه جهان به محل تخلیه زباله‌های الکترونیکی که در جهان دور انداخته می‌شوند، تبدیل شده‌اند. کشورهایی با درآمد پایین و متوسط جهت کاهش اثرات منفی زیست

محیطی و اجتماعی ناشی از تجارت و بازیافت زباله‌های الکترونیکی به حمایت اختصاصی نیاز دارند. بسیاری از کشورهای در حال توسعه ابزار لازم جهت بازیافت زباله‌های الکترونیکی وارداتی خود را ندارند، بنابراین زباله‌های الکترونیکی به روش‌های غیررسمی بازیافت می‌شوند. در حال حاضر، طبق گزارش جهانی زباله‌های الکترونیکی [۶]، تنها ۱۷ درصد از ضایعات الکترونیکی جهان در مراکز رسمی بازیافت با توجه به نظارت جهانی بر زباله‌های الکترونیکی [۶] و با حفاظت کافی از کارگران، بازیافت می‌شوند. بر همین اساس واضح است که بهبود شیوه‌های بازیافت زباله‌های الکترونیکی باعث کاهش اثرات مضر بالقوه بر روی کارگران و خانواده‌های آن‌ها از طریق قرارگیری در معرض سموم و سایر مواد مضر و کنترل آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تأسیسات ناایمن می‌شود. در بخش غیررسمی زباله‌های الکترونیکی، اغلب از مکان‌هایی استفاده می‌شود که استخراج اجزای ارزشمند الکترونیک با استفاده از روش‌های بازیافت و دفع نامطلوب صورت می‌گیرد. بنابراین جهت کاهش بار زباله‌های الکترونیکی در کشورهای در حال توسعه می‌توان از شبکه‌های جمع‌آوری بزرگ موجود و همچنین جهت ادغام زباله‌های الکترونیکی جمعی خود در زنجیره‌های تأمین رسمی از بازیافت‌کنندگان غیررسمی استفاده نمود. اما در حال حاضر، سرمایه‌گذاری در تا سیسات بازیافت باعث کاهش رشد محصولات الکترونیکی جدید، به‌ویژه در کشورهای با درآمد کم و متوسط می‌شود. عدم دسترسی به اعتبار و منابع مالی تجاری یکی از بزرگ‌ترین موانعی است که سازمان‌های غیررسمی پسماند الکترونیکی را از مشارکت در فعالیت‌های تعمیر و بازسازی اقتصاد دایره‌ای ایمن‌تر با ارزش افزوده در زنجیره‌های ارزش الکترونیک باز می‌دارد. بنابراین تا زمانی که تعمیرکنندگان

غیررسمی، بازیافت‌کنندگان و جمع‌آوران زباله به منابع مالی جهت بهبود عملیات و تجهیزات دسترسی نداشته باشند، شرایط کار نمی‌تواند بهبود یابد و بازیابی منابع بسیار پایین‌تر از حد مطلوب خواهد شد. یک صندوق بین‌المللی اختصاصی می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت تسهیلات و تأمین مالی در راستای تعمیر و بازیافت لوازم الکترونیکی در سراسر جهان، به‌ویژه طرح‌های بخش غیررسمی در جنوب جهانی را فراهم نماید. از این رو جهت ایجاد و اجرای طرح‌های بازیافت سازمان‌یافته و طرح‌های صدور مجوز برای دسته‌بندی، از بین بردن و بازیافت زباله‌های الکترونیکی، به بودجه‌های بین‌المللی نیاز است. علاوه بر بودجه عمومی، به سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز نیاز است. شرکت‌هایی که مسئول تولید و مولد زباله‌های الکترونیکی هستند، باید از طریق سرمایه‌گذاری و کمک مالی جهت مقابله با چالش‌های زباله الکترونیکی در کشورهای با درآمد کم و متوسط مشارکت نمایند. بنابراین ایجاد همکاری بین‌المللی بین کشورها و هماهنگی سیستم سازمان ملل متحد جهت حمایت از دولت‌های ملی در طراحی و اجرای قوانین خاص در زمینه‌ی مدیریت زباله‌های الکترونیکی حائز اهمیت است، این امر به دلیل عدم وجود هماهنگی‌ها و همکاری‌ها در بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد. بر همین اساس تعداد بسیار کمی از کشورها قوانین مربوط به زباله‌های الکترونیکی مانند EPR را منتشر کرده اند، اما اجرای این قوانین و سیاست‌ها بسیار چالش برانگیز است. این مسئولیت‌های گسترده می‌توانند عرصه فعالیت را برای تجارت‌های دایره‌ای هموار نمایند. با این حال، پیاده‌سازی سیستم‌های EPR برای زباله‌های الکترونیکی در کشورهای با درآمد کم و متوسط بر اساس مدل‌های مورد استفاده در کشورهای پردرآمد با چالش‌های زیادی

زیادی مواجه شده است. این امر نشان دهنده نیاز به یک رویکرد فازی جایگزین می‌باشد که بر اساس آن کشورهای در حال توسعه قادر به حرکت تدریجی به سمت سیستم‌های EPR خواهند بود. در نهایت، ایجاد ظرفیت فنی در مؤسسات کشورهای در حال توسعه مانند مقامات گمرکی و سازمان‌های اجرایی جهت افزایش شفافیت و کاهش میزان زباله‌های الکترونیکی که به طور غیرقانونی به کشورهای در حال توسعه حمل می‌شود، موردنیاز است.

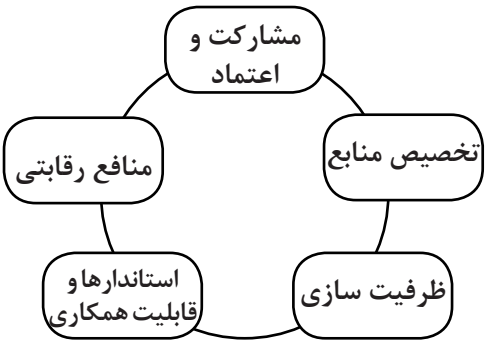
خلاصه بخش اقتصاد چرخشی

بخش ICT و رویکرد آن به منظور مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند عملکرد زیست محیطی فناوری‌های دیجیتال را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. از جمله این تأثیرات، افزایش میزان مصرف انرژی در تجهیزات و زیرساخت‌های ICT و همچنین تولید زباله‌های الکترونیکی است. کشورهای در حال توسعه به‌ویژه، در برابر این تأثیرات آسیب پذیر هستند زیرا کمترین آمادگی را جهت مقابله با این چالش‌ها دارند.در این بخش نشان داده شد که اتخاذ یک رویکرد دورانی جهت مدیریت زنجیره تأمین در ICT می‌تواند قابلیت استفاده مجدد، قابلیت بازیافت، ارتقاء و همچنین اصول دورانی ICT را تا حد زیادی بهبود بخشد. با افزایش شفافیت زنجیره تأمین، ذینفعان ICT می‌توانند عزم و مسئولیت‌پذیری خود را در قبال پایداری نشان دهند. همان‌طور که در مورد کارت دیجیتالی محصولات و موارد دیگر دیده می‌شود، می‌توان انتظار داشت که دیجیتالی‌سازی و نوآوری‌ها نقشی حیاتی در افزایش شفافیت زنجیره تأمین، قابلیت ردیابی مواد و محصولات داشته باشند.در نهایت می‌توان اذعان نمود که استانداردهای بین‌المللی ابزارهای حیاتی جهت اشتراک دانش،

ارتقای بهترین شیوه‌ها از سطح محلی به سطح بین‌المللی و همچنین شناسایی الزامات و مشخصات زیست محیطی برای ICT ها هستند.

مسائل فراگیر

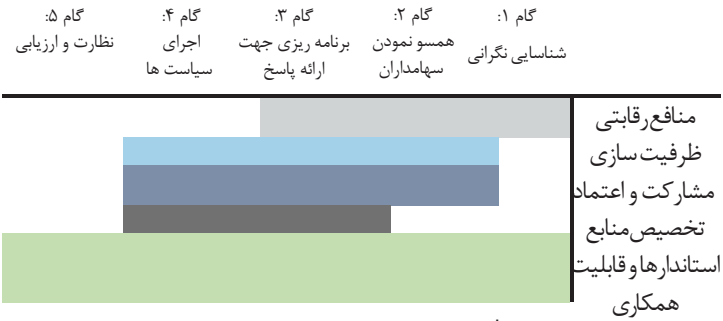
در بخش ۲ فرصت‌ها و خطرات مرتبط با دیجیتالی شدن و محیط زیست را مورد بحث قرار میگیرد. سپس به تدوین توصیه‌های سیاستی در رابطه با داده‌های زیست محیطی، سیستم‌های آب و غذایی و زنجیره‌های تأمین می‌پردازیم. به طور کلی برخی از مسائل بر توانایی استفاده از فناوری‌های دیجیتال که بر منافع عمومی تأثیر می‌گذارند، به پیوند دیجیتالی شدن و محیط زیست نیز مرتبط هستند. این موضوعات را نمی‌توان تنها به یک حوزه موضوعی خاص اختصاص داد (حتی اگر در سراسر گزارش به آن‌ها ارجاع داده شود) بلکه آن‌ها یک موضوع فراگیر هستند. این بخش به بررسی این مسائل و ارتباط بین آن‌ها اختصاص یافته است. اگرچه مطمئناً مسائل بیشتری جهت بحث وجود دارد، بنابراین توصیه‌هایی را برای رسیدگی به مسائل اساسی زیر پیشنهاد کرده‌ایم (شکل ۹ را ببینید).



شکل ۹| مسائل فراگیر

(منبع: Own Illustration)

از آنجایی که موضوعات با یکدیگر تداخل دارند، لذا ادامه بحث با طرح این موضوع که چرا باید این مسائل هنگام توسعه سیاست‌هایی که پیوند محیط زیست و دیجیتالی‌سازی را مورد هدف قرار می‌دهند، در نظر گرفته شوند، شروع می‌شود و سپس در ادامه به ارائه توصیه‌های خود می‌پردازیم. مسائل کلی در این بخش را نیز می‌توان در چارچوب پنج مرحله‌ی ارائه شده در مقدمه قرار داد (به بخش داده های زیست محیطی مراجعه کنید) تا به درک این نکته پی برد که آن‌ها در چه مراحلی از چارچوب بیشترین تأثیر را دارند. در اینجا توجه به این نکته حائز اهمیت است که در صورت عدم توجه به هر یک از این مسائل فراگیر می‌توان مانع از روند توسعه و اجرای سیاست‌های مؤثر شد.



شکل ۱۰| مسائل فراگیر در امتداد چرخه سیاست‌گذاری

منافع رقابتی

توسعه پایدار بر عزم و اراده‌ی سیاستی متکی است. توسعه پایدار اغلب در زمینه‌ی پول و فناوری مورد بحث قرار می‌گیرد. با این حال، حتی با وجود منابع مالی و فناوری، اجرای سیاست‌های پایدار به اراده سیاستی:

تصمیم‌گیرندگان کلیدی بستگی دارد. این امر از سو"گزارش براندلند[1]"تائید شد که در آن کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED) اصول راهنمای توسعه پایدار را تدوین نمود و در بند ۳۰ بیان کرد: «(...) در نهایت، توسعه پایدار یک وضعیت هماهنگ ثابت نیست، بلکه فرآیندی تغییری است که در آن بهره‌برداری از منابع، جهت‌گیری سرمایه‌گذاری‌ها و توسعه فناوری و همچنین تغییرات نهادی با نیازهای آینده و حال مطابقت دارد. ما تظاهر نمی‌کنیم که این روند آسان یا ساده است. زیرا باید انتخاب‌های دشواری انجام داد. بنابراین، ضروری است در تحلیل نهایی توسعه پایدار بر اراده سیاستی متکی باشد» [۱۸]. درجایی که دولت‌ها به‌عنوان نمایندگان مردم خود عمل نموده و برای انتخاب مجدد تلاش می‌کنند، اراده سیاستی با اولویت‌های بزرگ‌ترین گروه‌های ذینفع و منافع سازمان‌یافته کارهای زیادی جهت انجام دارد. منافع می‌تواند بین گروه‌های ذینفع متفاوت باشد، اما در یک بعد عمودی - بین سطح ملی، منطقه‌ای و محلی - و/یا بعد افقی - بین نمایندگان دولت، صنعت و جامعه مدنی تخصیص داده شود. بنابراین هر کسی که می‌خواهد سیاست جدیدی را توسعه و اجرا نماید، باید این گروه‌های ذینفع را در نظر گرفته و راه‌هایی برای تطبیق منافع آن‌ها بیابد.

فناوری می‌تواند باعث افزایش دامنه‌ی دسترسی و نفوذ منافع متمرکز شود. منافع و انگیزه‌های متضاد یا رقیب بخشی عادی از تنظیم دستور کار و فرآیند توسعه سیاست هستند. با این حال، تمامی منافع در عرصه سیاستی دارای وزن یکسانی نیستند، که عمدتاً این امر به دلیل توزیع نابرابر قدرت لابی گری می باشد. درحالی‌که اعمال نفوذ اغلب یک منبع مفید برای دست اندرکاران سیاستی است – به‌عنوان مثال توسط گروه‌های ذینفع با نوعی دسترسی ممتاز - می‌توانند منجر به

1. Brundtland Report

تصمیـم گیـری و توزیـع منابـع نادرسـت شـوند [۱۳۳]. نقـش بیشـتر اتـکا بـه ICT و رسـانه‌های اجتماعـی می‌توانـد گفتمـان سیاسـتی را بیـش از پیـش تحریـف نمـوده و اشـکال خاصـی از دسـت‌کاری را تسـهیل کنـد کـه منجـر بـه اثـرات بالقـوه مضـر بـر برنامـه‌ی پایـداری می‌شـود زیـرا منافـع اقلیت‌هـا ممکـن اسـت ممتـاز باشـد. به‌عنـوان مثـال، بـرای توصیـف دقیـق چگونگـی نمایـان شـدن چنیـن منافـع رقابتـی در زمینـه دیجیتالـی شـدن و سیسـتم‌های غذایـی، بـه بخـش سیاسـت‌گذاری در مـورد فنـاوری و مسـائل زیسـت محیطـی مراجعـه کنیـد. از دیـدگاه بین‌المللـی، لابـی گری نیز مشـکل سـاز اسـت. درحالی‌کـه جنـوب جهانـی بیشـترین نیـاز بـه مدافعـان جهـت کمـک بـه مبـارزه بـا تغییـرات اقلیمـی و کاهـش اثـرات تغییـرات آب‌وهوایـی دارد، ایـن بزرگ‌تریـن کشـورها هسـتند کـه سـرانه انتشـار گازهـای گلخانـه‌ای بالایـی دارنـد (معمـولاً کشـورهای صنعتـی بـا درآمـد بالاتـر) و تمایـل دارنـد بیشـترین منابعـی را در اختیـار داشـته باشـند تـا موقعیـت جغرافیایـی آن‌هـا کمتـر در معـرض خطـرات مسـتقیم مرتبـط بـا آب‌وهـوا قـرار گیـرد [۱۳۴]. هنگامی‌کـه منافـع رقابتـی «پشـت درهـای بسـته» مـورد بحـث قـرار می‌گیـرد، ایـن امـر همچنیـن بـر اعتمـاد بـه دسـت‌اندرکاران دولتـی کـه نقـش عمـده‌ای در مبـارزه بـا تغییـرات آب‌وهوایـی دارنـد، تأثیـر می‌گـذارد.

فنـاوری می‌توانـد قطبی‌سـازی سیاسـت را افزایـش دهـد، درعین‌حـال رونـد گفت‌وگـوی فراگیرتـر را نیـز تسـهیل می‌کنـد.

یکـی دیگـر از ریسـک‌های موجـود در ایـن زمینـه ایـن اسـت کـه اگـر فضـای گفـت و گوهـای سیاسـتی بـه طـور فزاینـده‌ای بـه محیط‌هـای آنلایـن تغییـر کنـد، منجـر بـه تقویـت مواضـع و دیـدگاه هـای افراطی‌تـر و دوقطبـی شـدن جامعـه می‌شـود [۱۳۵]. البتـه، ایـن امـر تـا حـدی بـه الگوریتم‌هـا و اعمـال پلتفرم‌هـای پرکاربـرد (رسـانه‌های اجتماعـی)

بستگی دارد. بنابراین تشدید قطبی شدن سیاستی خطراتی را برای ظرفیت نهادهای دولتی جهت طراحی و اجرای سریع سیاست‌های زیست محیطی به همراه دارد؛ برای این کار یک جدول زمانی لازم است تا امکان تبدیل سریع به اقتصادهای خنثی آب‌وهوایی را فراهم کند. از سوی دیگر، نوآوری در فناوری باعث تسهیل ارتباطات و پیوندها بین کشورها و سازمان‌های غیردولتی[1] و جامعه مدنی[2] می‌شود [۱۳۶]. این امر احتمالاً سبب کمک به تعادل منافع سازمان‌یافته با نفوذ سیاستی که از وضعیت ناپایدار موجود سود می‌برند، می‌شود [۱۳۷].

مشارکت و اعتماد

در این بخش به بررسی رابطه بین فناوری‌های دیجیتال، مشارکت و اعتماد می‌پردازیم. ما معتقد هستیم که ابزار/ امکانات از عوامل مهم در مشارکت و سطح اعتماد هستند که در موفقیت (یا شکست) تصمیم‌گیری محیطی نقش داشته و با توجه به دامنه این گزارش، تمرکز ویژه‌ای بر نقش فناوری دارند. در سال‌های اخیر، مجموعه‌ای از موافقت‌نامه‌های بین‌المللی به اهمیت مشارکت اذعان نموده‌اند. در سال ۱۹۹۲ اعلامیه ریو در سطح جهان به تصویب رسید که شامل ۱۰ اصل بود و اذعان می‌داشت: «مسائل زیست محیطی به بهترین وجه با مشارکت همه شهروندان ذی‌ربط در سطح مربوطه رسیدگی می‌شوند. در سطح ملی، همه باید به اطلاعات مربوط به محیط زیست که در اختیار مقامات دولتی است، از جمله اطلاعات مربوط به مواد و فعالیت‌های خطرناک در جوامع خود و فرصت مشارکت در فرآیندهای تصمیم گیری، دسترسی مناسب داشته باشند. از این رو کشورها می‌بایست میزان آگاهی و مشارکت عمومی را با استفاده از در دسترس

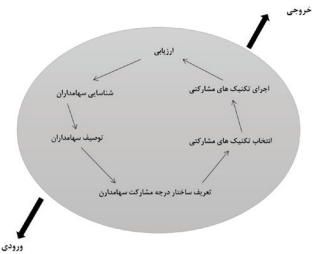
1. NGO
2. Civil

قـرار دادن اطلاعـات بـه طـور گسـترده مـورد تسـهیل و تشـویق قـرار دهنـد. همچنیـن ضـروری اسـت امـکان دسترسـی مؤثـر بـه دادرسـی‌های قضایـی و اداری، نظیـر جبـران خسـارت و ارائـه راهـکار بـرای جبـران خسـارت فراهـم شـود». اصـل ۱۰ اعلامیـه ریـو توسـط کنفرانـس توسـعه پایـدار سـازمان ملـل متحـد (۲۰۱۲) از طریـق رهنمودهـای توسـعه قانـون ملـی در مـورد دسترسـی بـه اطلاعـات، میـزان مشـارکت عمومـی و دسترسـی بـه عدالـت در مسـائل زیسـت محیطـی (رهنمودهای بالـی ۲۰۱۰) مـورد تائید قـرار داده اسـت[۱۳۸]. کنوانسـیون آرهـوس به‌عنـوان تنهـا سـند الـزام‌آور قانونـی جهانـی، چندیـن اسـتاندارد و حقـوق عمومـی حداقـل را در رابطـه بـا محیـط زیسـت وضـع کرده اسـت، از جملـه: حـق دریافـت اطلاعات زیسـت محیطی کـه در اختیـار مقامات دولتـی اسـت، حـق مشـارکت در تصمیم‌گیری‌هـای زیسـت محیطـی و حـق بازنگـری رویه‌هـا بـرای بـه چالـش کشـیدن تصمیمـات عمومـی اتخـاذ شـده با عـدم رعایـت دو قانون اول [۶۹]. از زمانی که کنوانسـیون آرهوس در سـال ۱۹۹۸ بـا امضـا و تصویب ۴۰ کشـور کـه عمدتاً از اروپا و آسـیای مرکزی بودند، تشـکیل شـد تـا هنگام تصویب مـاده ۱۲ موافقتنامـه پاریس (۲۰۱۵) در بیسـت و یکمین جلسـه کنفرانـس اعضـای کنوانسـیون چارچـوب سـازمان ملـل متحـد در مورد تغییـرات آب‌وهوایـی؛ همـواره بـر اهمیـت آگاهـی عمومـی، مشـارکت عمومی و دسترسـی عمومـی بـه اطلاعـات در زمینـه اقدامـات اقلیمـی تأکیـد می‌شـود. معنـای مشـارکت در عمـل، از زمینـه‌ای بـه زمینـه‌ی دیگـر بسـیار متفـاوت اسـت. بدیـن صـورت کـه گاهـی اوقـات بیـن مشـارکت عمومـی و سـهامداران تمایـز قائـل می‌شـویم، بـه همیـن سـادگی، مـا بـا اصطـلاح مشـارکت ذینفعـان کار می‌کنیـم و مـردم را به‌عنـوان یـک مجموعـه‌ای از ذینفعـان مختلـف در نظـر می‌گیریـم (به‌عنـوان مثـال، دیگـران می‌تواننـد منافـع خصوصـی سـازمان‌یافته داشـته باشـند). فهرسـت زیـر بـا اسـتفاده از مـروری

برنوشـــته‌های ارائـــه شـــده توســـط Luyet و همـــکاران، یـــک نمـــای کلـــی از اصـــول مهـــم در ســـاختار فرآیندهـــای مشـــارکتی موفـــق را ارائـــه می‌دهـــد [۱۳۹]:

- فرآیندهای عادلانه، برابر و شفاف که برابری، یادگیری، اعتماد و احترام را در بین ذینفعان ترویج می‌کند.
- ادغام دانش محلی و علمی؛
- تعیین قوانین پیش رو؛
- مشارکت زودهنگام همه ذینفعان مربوطه؛
- مشارکت مدیران باتجربه در فرآیند؛و
- قابلیت دسترسی به منابع کافی از جمله زمان.

همان‌طـــور کـــه قبـــلاً در بخـــش سیاســـت‌گذاری در مـــورد فنـــاوری و مســـائل زیســـت محیطـــی تأکیـــد شـــد، بافـــت از جملـــه: بافـــت فرهنگـــی، سیاســـتی و تاریخـــی، نقـــش مهمـــی در ایـــن فرآیندهـــا ایفـــا می‌کنـــد بنابرایـــن ضروری اســـت مـــورد توجـــه قرار گیـــرد [۱۳۹]. لویـــت[1] و همکاران بر اســـاس آخرین بررســـی‌های انجـــام شـــده خـــود از نوشـــته‌های مربـــوط بـــه مشـــارکت ذینفعان در سیاســـت‌های زیســـت محیطـــی، چارچـــوب زیـــر را بـــرای مشـــارکت ذینفعان پیشـــنهاد می‌کنند:



شکل ۱۱| چارچوبی برای مشارکت ذینفعان (منبع: Luyet et al(2012) 139)

1. Luyet

اشـکال مختلفـی از مشـارکت ذینفعـان وجـود دارد. لـذا آن‌هـا را می‌تـوان از طریـق نهادینـه نمـودن بـه اشـکال غیـر نهادی(ماننـد رأی دادن) و بـا توجـه به میـزان مشـارکت شـهروندان از درجـه پاییـن بـه بـالا طبقه‌بنـدی نمـود [۱۳۹]:

- اطلاعات (به‌عنوان مثال، خبرنامه)؛
- مشاوره (به‌عنوان مثال، جلسات عمومی، کارگاه‌ها)؛
- همکاری (به‌عنوان مثال، نقشه‌برداری مشارکتی، بازدید میدانی و تعاملات)؛
- تصمیم گیری مشترک (به‌عنوان مثال، هیئت منصفه شهروندی)؛
- توانمندسازی (به‌عنوان مثال، کنفرانس اجماع).

بسـیاری از ایـن تکنیک‌هـا را می‌تـوان بـا اسـتفاده از ابزارهـا و فناوری‌هـای دیجیتـال پشـتیبانی نمـود [۱۴۰]: از ICT می‌تـوان جهـت ترویـج گفت‌وگـوی مجـازی در میـان شـهروندان، تسـهیل رونـد رأی‌گیـری و مشـارکت آزمایشـی بـا پشـتیبانی فنـاوری (از راه دور) و همچنیـن تشـویق سـاختارهای حکمرانـی محلی/فرعـی [۱۴۱] اسـتفاده نمـود [۱۴۱].

مطالعه موردی: بودجه مشارکتی «Stadtidee» (زوریخ، سوئیس) [۱۴۲]

به‌عنـوان بخشـی از اسـتراتژی شـهر هوشـمند زوریـخ، پـروژه‌ای بـه نـام "Stadtidee" (شـهر ایـده) در سـال ۲۰۲۱ به‌عنـوان اولیـن بودجه مشـارکتی شـهر زوریـخ راه انـدازی شـد. بـر همیـن اسـاس بیـن ژوئیـه و سـپتامبر ۲۰۲۱، از سـاکنان زوریـخ دعـوت شـد تـا ایده‌هایـی مرتبـط بـا آب‌وهـوا، طبیعـت و کـودکان و جوانـان جهـت ایجـاد تغییـرات در محلـه هـای زوریـخ ارائـه دهنـد. ایده‌هـا از طریـق یـک پلتفـرم مشـارکت آنلایـن مبتنـی بـر نرم‌افـزار رایـگان «Decidim» (از بارسـلونا)، ارسـال شـدند و شـرکت‌کنندگان بـرای مجموعـاً ۵۴۰۰۰۰ فرانـک سـوئیس رقابـت مـی نمودنـد . ۱۶۷ ایـده به‌عنـوان

بخشی از پروژه به زوریخ ارسال شد که ۱۳۵ ایده به مرحله‌ی نهایی راه یافتند و بعداً به رأی‌گیری گذاشته شدند و ایده‌های برنده در سال ۲۰۲۲ اجرا خواهند شد. این ابزار دموکراتیک در زوریخ اختراع نشده بود. این ابزار اولین بار در پورتو آل گره برزیل در سال ۱۹۸۹ آزمایش شد. ابزار مشابهی نیز در بسیاری از شهرهای آلمان تحت عنوان "بودجه‌بندی مشارکتی" ایجاد شده است. ضمناً، بیشتر بودجه‌بندی‌های مشارکتی به صورت آنلاین انجام می‌شود: به‌عنوان مثال، Reykjavik پس از بحران مالی سال ۲۰۰۸ بارسلونا یا هلسینکی و همچنین در سوئیس، شهر لوزان نیز این ابزار را مورد آزمایش قرار داده‌اند. همان‌طور که در قلا" شرح داده شد، یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که به طور مثال، زمانی که رویکردهای مشارکتی جدید مانند اجتماعات شهروندی در چرخه سیاست گنجانده می‌شود، می‌توان امکان سنجی سیاستی در سیاست‌های جاه طلبانه آب‌وهوایی را افزایش داد [۳۱]. در راستای اصول مشارکت موفقیت آمیز ذکر شده در بالا، نویسندگان در افتند که میزان تأثیر آن به طراحی مجامع شهروندی، سطح آگاهی و اطلاع رسانی عمومی در مورد رویه بستگی دارد [۳۱]. موضوعات دیگر مانند اهمیت ارتباط بین دسترسی معنادار به داده‌ها و مشارکت ، چارچوب‌های حکمرانی داده‌های مشارکتی و مشارکت در راستای پایداری ، رویکردهای توسعه یافته فراگیر جهت افزایش پایداری سیستم‌های غذایی نیز قبلاً در این گزارش مورد بحث قرار گرفته اند.

اثرات دورانی ساختارهای دموکراتیک، مشارکت مدنی و اعتماد.

وقتی زمان ایجاد و اجرای موفقیت‌آمیز سیاست‌های پیرامون فناوری و پایداری می‌رسد، اعتماد به‌عنوان یکی از عوامل مهم موفقیت مطرح

1. Participatory budgeting

می‌گـردد. عمومـاً اعتمـاد به‌عنـوان بخـش مهمـی از جوامـع دموکراتیـک تلقـی می‌شـود کـه بـر مشـارکت فعـال شـهروندان در فرآیندهـای سیاسـتی متکـی هسـتند. پیونـد بیـن اعتمـاد و مشـارکت بارهـا در نوشـته‌ها مـورد بررسـی قـرار گرفتـه اسـت، اسـتفاده از روش‌هـای مختلـف عملیاتـی سـازی اعتمـاد و مشـارکت منجـر بـه ارائـه‌ی نتایـج غیـر قطعـی می‌شـود. بـر همیـن اسـاس شـکلی از آن کـه بیشـترین ارتبـاط را در راسـتای موفقیـت سیاسـت‌های زیسـت محیطـی دارد، احتمـالاً بـه بهتریـن وجـه در مفهـوم اعتمـاد تعمیـم یافتـه بـروز می‌کنـد. ایـن مفهـوم توسـط Bäck و Christensen [۱۴۳] به‌عنـوان یـک توصیـف شـده اسـت : "ارزش اخلاقـی مبتنـی بـر هویـت و هنجارهـای مشـترک، [نـه بسـته بـه] تجربیـات شـخصی افـراد خاص، بلکه بیشـتر بـه ایمـان « تعمیم‌یافتـه دیگری» و ایـن احسـاس کـه «بـه اکثـر مـردم می‌تـوان اعتمـاد کـرد» بسـتگی دارد. (...) اعتمـاد عمومـی (...) ممکـن اسـت افـراد جوامـع را درگیر خـود کند زیـرا «افراد قابـل اعتمـاد بیشـتر بـه گروه‌هـای مدنـی می‌پیوندنـد و ارتباطـات اجتماعـی بیشـتری نسـبت بـه افـرادی کـه بـه دیگـران اعتمـاد نداشـته، دارنـد»" [۱۴۳]. اعتمـاد نـه تنهـا ممکـن اسـت یـک کاتالیـزور جهـت مشـارکت باشـد، بلکـه ممکـن اسـت برعکـس هم عمـل کنـد - نویسـندگان دریافتند که کشـورهایی کـه دارای دموکراسـی باثبـات هسـتند، سـطوح بالاتـری از اعتمـاد را در ارتبـاط بـا فعالیت‌هـای سیاسـتی نشـان می‌دهنـد [۱۴۴]. یافته‌هـا نشـان می‌دهـد کـه رابطـه بیـن اعتمـاد و مشـارکت نیـز می‌توانـد در اشـکال مشـارکت نهادینه و غیـر نهادینـه شـده‌ی متفـاوت باشـد: درحالی‌کـه اعتمـاد سیاسـتی ممکـن اسـت منجـر بـه مشـارکت متعـارف فعال‌تـر ماننـد رأی دادن شـود، بی‌اعتمادی نسـبت بـه سیسـتم سیاسـتی و دسـت انـدرکاران نخبـه ممکـن اسـت انگیـزه بیشـتری بـرای مشـارکت در اشـکال چالش‌هـای نخبـگان و بـه صـورت غیـر

غیر نهادینه (مانند امضای یک طومار، یا پیوستن به تظاهرات) داشته باشد [۱۴۵]. علاوه بر این، پیوند مهمی بین اعتماد، مشارکت و کار آیی سیاستی (داخلی) وجود دارد، مفهومی که ارزیابی خود فرد از ظرفیت‌های وجودی خود جهت درک و مشارکت در فرآیند سیاستی را توصیف می‌کند. بر اساس گفته‌های Hooghe/Marien [۱۴۵]: «میزان اعتماد سیاستی شخص بی‌اهمیت است، اگر احساس کند توانایی مشارکت ندارد».

"حباب‌های اعتماد" می‌تواند فرآیند قطبی شدن را تشویق نموده و مانع برنامه‌ی پایدار شود.

همچنین اعتماد به‌عنوان یک مفهوم می‌تواند از منظر افقی - در زمینه بین ما و شهروندان - یا از منظر عمودی - بین شهروندان و دولت مورد بررسی قرار گیرد که اغلب به آن "اعتماد سیاستی" می‌گویند [۱۴۶]. به صورت افقی، می‌توان بین مفهوم محدودتر «اعتماد درون گروهی/ قبیله‌ای» و مفهوم گسترده‌تر و خواستارتر «اعتماد برون گروهی/اجتماعی» تمایز قائل شد که در آن هر فرد مجذوب همشهری شده و به صورت تصادفی به آن اعتماد می‌کند [۱۴۷]. مورد دوم با مفهوم اعتماد تعمیم یافته که در قسمت فوق به آن اشاره شد، مطابقت دارد. همچنین نوع گسترده‌تر از اعتماد اجتماعی/برون گروهی باید پایه و اساس بهتری برای فرآیندهای سیاستی سازنده‌تر (محیط زیستی) فراهم کند، درحالی‌که اعتماد درون گروهی قوی به تنهایی می‌تواند تنش بین گروه‌های مختلف را تحریک نموده و منجر به سیاست‌های قطبی‌تر شده که در مسیر سیاست‌های سازنده مرتبط با SDG قرار می‌گیرند. [۱۴۸]. از طرفی، بر اساس یک مطالعه اخیر، عدم تحمل در مقابل سایر گروه‌ها با افزایش میزان شک و تردید در پیش‌بینی آب‌وهوا همراه است [۱۴۹]. بنابراین، اگر گسترش

فنـاوری دیجیتـال، منجـر بـه افزایـش تقسـیمات اجتماعـی شـود و ارتباطـات و سـازماندهی درون گروهـی را تقویـت نمایـد، ایـن امـر می‌توانـد موانعـی را بـرای تحقـق یـک بحـث سیاسـتی گسـترده و مدنـی پیرامـون تدویـن سیاسـت‌ها و ابتـکارات زیسـت محیطـی ایجـاد کنـد [۱۵۰].

اگر اطلاعات واقعی منتشر شود، فناوری‌های دیجیتال می‌توانند باعث افزایش تقویت اعتماد شوند.

تـا جایـی کـه فنـاوری دیجیتـال، تولیـد و ارائـه و انتشـار معیارهـا و داده‌هـای واقعـی را کـه بـه طـور گسـترده به‌عنـوان سـوابق واقعـی پذیرفتـه شـده اسـت را ترویـج نماینـد، می‌تواننـد اعتمـاد اجتماعـی گسـترده‌ای را تقویـت کننـد. به‌عنـوان مثـال، بـه دسـت آوردن اطلاعـات بـه شـیوه‌ای غیرمتمرکز با اسـتفاده از فنـاوری جامعـه محـور g0v[1] - یک پلتفـرم آزاد - با تکیه بر داده‌های حسـگر از هـزاران شـهروند و کسـب و کار آن‌هـا می‌توانـد زمـان واقعی کیفیت هـوا را در تایـوان تخمیـن زده و بهتـر از سنسـورهای متمرکـز عمـل نمایـد [۱۵۱]. چنین پلتفرم‌هایـی می‌تواننـد امـکان معناسـازی در سـطح کشـور را فراهم نمـوده و در نتیجـه میـزان مشـارکت جامعـه در سیاسـت‌های زیسـت محیطی را تسـهیل و همچنیـن بـه طـور بالقوه اعتمـاد متقابـل را تقویـت نمایند. امـروزه در سرتاسـر جهـان، مجموعـه‌ای از فناوری‌هـای قابـل اعتمـاد اخلاقـی جهـت ایجـاد جنبش و سـازمان‌دهی اجتماعـی، از جملـه در موضوعـات کلیـدی پایـداری و عدالـت اجتماعی-اکولوژیکـی و کمپین‌هـا در حـال ظهور و اسـتفاده هسـتند (اگرچه در حـال حاضـر به صـورت کلـی محـدود هسـتند) [۱۵۲]. در جوامعی کـه مقامات دولتـی مـورد اعتمـاد شـهروندان خـود هسـتند، مـردم با سـهولت بیشـتر نقش فعال‌تـر و هدایت‌کننده‌تـری در گـذار و در نهایـت تبدیـل بـه سـمت جامعـه و اقتصـاد بـدون کربـن بـه دولـت تفویـض می‌کننـد [۱۵۳]. در جهـت بـالا بـه

1. G0v community technology

پاییـن هـم اگـر مقامـات ایالتـی بـه درسـتی انتظـار داشـته باشـند کـه شـهروندان احتمـالاً از قوانیـن و مقـررات (جدیـد) بـدون نیـاز بـه اجـرا بـا هزینـه‌ی گـزاف، پیـروی می‌کننـد، در آن صـورت اجـرای اصلاحـات سیاسـتی زیسـت محیطـی قابـل دسـتیابی اسـت [۱۵۴].

مطالعـه مـوردی: هشـدارهای اولیـه در رابطـه بـا جنگل‌زدایی

جنـگل بارانـی آمـازون یـک عنصر حیاتی از اکوسیسـتم جهان اسـت کـه دارای تنـوع زیسـتی باورنکردنـی اسـت و درعین‌حـال ۱۲۳ میلیـارد تـن کربـن را جـذب خـود می‌کنـد. مـردم بومـی ایـن منطقـه هـم از تلاش‌هـای حفاظتـی در ایـن راسـتا حمایـت می‌کننـد. به‌عنـوان مثـال، میـزان گشـت‌زنی ایـن افـراد در سـرزمین‌های خـود جهـت جلوگیـری از قطـع درختـان و سـایر فعالیت‌هـای غیرقانونـی جهـت جنگل‌زدایـی رونـد رو بـه رشـدی یافتـه اسـت. مطالعـه‌ای کـه اخیـراً در آمـازون پـرو انجـام شـد، بررسـی نمـود کـه آیـا می‌تـوان نـرخ جنگل‌زدایـی را بـا اسـتفاده از فنـاوری کاهـش داد و جمعیـت محلـی را بـه «هشـدارهای اولیـه جنگل‌زدایـی» مبتنـی بـر فنـاوری ماهـواره‌ای تجهیـز نمـود و همچنیـن بـه افـراد ایـن امـکان را داد تـا فعالیت‌هـای غیرقانونـی را از راه دور بـه مقامـات اعـلام کننـد [۱۵۵]. نتایـج ایـن مطالعـه نشـان داد کـه بـا مشـارکت در ایـن برنامـه می‌تـوان بـه کاهـش از بیـن رفتـن پوشـش درختـان کمـک نمـود (اثـرات در سـال اول در مقایسـه بـا سـال دوم مطالعـه قوی‌تـر بـود). از طرفـی میـزان کاهـش تخریـب پوشـش درختـان در جوامعـی کـه بـا تهدیـدات قریب‌الوقوع‌تـری مواجـه بودنـد، در بیشـترین حـد خـود بـود. در طـی دو سـال، جوامعـی

کـه بـا اسـتفاده از داده‌هـای ماهـواره‌ای در حـال گشـت زنـی بودنـد، از قطـع درختـان حـدودا" ۴۵۶ هکتـار (۱۱۲۷ هکتـار) پوشـش جنگلـی و از انتشـار بیـش از ۲۳۴۰۰۰ تـن گاز CO_2 جلوگیـری کردنـد. در نهایـت، ایـن مطالعـه نشـان داد کـه نظـارت جامعـه بـر جنگل‌هـا بـا اسـتفاده از داده‌هـای ماهـواره‌ای و فنـاوری ماننـد گوشـی‌های هوشـمند می‌توانـد بـه کاهـش جنگل‌زدایـی آمـازون کمـک کندکـه ایـن اقدامـات می‌تواننـد یـک اسـتراتژی مؤثـر در مـوارد مشـابه باشـند. در اینجـا توجـه بـه ایـن نکتـه حائـز اهمیـت اسـت کـه در ایـن رویکـرد، جوامـع بایـد اعتمـاد کافـی بـه مقامـات اجرایـی دولتـی داشـته باشـند تـا در صـورت وجـود متجـاوزان بـا تهدیـدات بـالا، آن‌هـا را گـزارش نماینـد [۱۵۶]. ظرفیـت و اراده‌ی دولـت ممکـن اسـت بـه میـزان کافـی در هـر زمینـه وجـود نداشـته باشـد. در همیـن راسـتا، حتـی در صورت موفقیت‌آمیـز بـودن ایـن برنامـه، خطـر انتقـال فعالیت‌هـای غیرقانونـی بـه بخش‌هایـی از جنـگل کـه کمتر تحت نظـارت هسـتند، وجـود دارد.

تخصیص‌منابع

تخصیـص منابـع کافـی بـه مسـائل محیـط زیسـتی امـری چالـش برانگیـز اسـت. تخمیـن زده می‌شـود در راسـتای تغییـرات آب‌وهوایـی صرفـاً حـدود ۲۰ درصـد از سـرمایه‌گذاری سـالانه ۲,۴ تریلیـون دلاری موردنیـاز، صـرف ایـن کار شـود کـه معمـولاً ایـن مبالـغ در کشـورهای ثروتمنـد هزینـه می‌شـود [۱۵۷]. بنابرایـن منابـع مالـی و سـایر منابـع جهـت ایجـاد ظرفیـت، اجـرا و حفـظ ابتـکارات زیسـت محیطـی و نظـارت و ارزیابـی اثـرات و منافـع زیسـت محیطـی موردنیـاز هسـتند. بـر همین اسـاس، توسـعه سیاسـت‌ها و پشـتیبانی

از قابلیت‌های دیجیتالی جهت اطمینان از استفاده منابع مناسب به شیوه‌ای درست، در مکان‌های مناسب و در زمان مناسب بسیار مهم است. این موارد چه در زمینه‌ی پرداخت مستقیم به مسائل زیست محیطی و چه زمانی که به دنبال حداقل رساندن پیامدهای زیست محیطی سایر سرمایه‌گذاری‌ها یا ابتکارات هستیم، ضروری می باشد.

ارزش‌گذاری محیط زیست.

مجموع اثرات زیست محیطی و هزینه حفاظت و حفظ وضعیت محیط زیست اغلب در مدل‌سازی سرمایه‌گذاری لحاظ نمی‌شود. دلایل این امر عبارت‌اند از: (۱) آب‌وهوا و عوامل مرتبط با محیط زیست به‌عنوان عوامل خارجی تلقی می‌شوند و بنابراین از تجزیه‌وتحلیل هزینه پروژه‌های زیربنایی حذف می‌شوند، (۲) اثرات زیست محیطی پروژه‌های زیربنایی و محصولات اغلب فراتر از مرحله ساخت‌وساز اولیه و عملیاتی یک پروژه احساس می‌شود، (۳) هزینه احیای محیط زیست ممکن است دست‌کم گرفته شود یا اصلاً هزینه‌ای صورت نگیرد؛ و همچنین ممکن است (۴) هزینه‌های زیست محیطی «کل زنجیره تأمین» همیشه در نظر گرفته نشوند (نمونه خوبی از آن «انرژی خاکستری» [۱۵۸] است - کل انرژی مورد استفاده برای تولید یک محصول و اثرات زیست محیطی متعاقب آن). علت اصلی بسیاری از این دلایل عدم مسئولیت روشن در قبال محیط زیست یا فرض بر این است که مسئولیت بر عهده‌ی «کسی دیگری» است. این مورد اغلب به‌عنوان «تراژدی منابع مشترک» شناخته می‌شود، جایی که محیط یک منبع مشترک است و هیچ مسئولیت روشنی برای

حفظ آن تعریف نشده است. "منابع زیرساختی زنده"؛ آب‌وهوا نمونه‌های بارز این موضوع هستند، اگرچه موارد دیگری نیز در این رابطه وجود دارد. خوشبختانه، نمونه‌های خوبی از رویکردها جهت پرداختن به این مسائل وجود دارد که دیگران می‌توانند از آن‌ها بیاموزند. گزاشات زیست محیطی مسئولانه مانند گزارش‌دهی میزان کربن کل چرخه زندگی Volvo Cars به مصرف‌کنندگان در اتخاذ تصمیمات آگاهانه جهت خرید محصولات کمک می‌کند [۱۵۹]. سیستم‌های بازرگانی سهمیه‌ای شیلات می‌توانند هم ماهیگیری آزاد پایدار و هم رونق تجاری را تضمین نمایند [۱۶۰]. در تمام این موارد، ایجاد فناوری‌ها و قابلیت‌های دیجیتال جهت اندازه‌گیری، ارزیابی و نظارت بر اثربخشی و تأثیرات پروژه‌ها، سیاست‌ها و سایر سرمایه‌گذاری‌ها امری ضروری است.

اولویت بندی منابع

دولت‌ها منابع محدودی در اختیار دارند، بنابراین باید اطمینان حاصل کنند که منابع مورد استفاده جهت حل مسائل زیست محیطی به طور عاقلانه تخصیص داده می‌شود. استفاده از داده‌ها و تجزیه‌وتحلیل عینی امکان مقایسه هزینه‌ها، منافع و اثرات بین پروژه‌های رقیب را فراهم می‌کند. این کار زمانی سخت‌تر می‌شود که با تخصیص سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف یک اقتصاد مواجه می‌شویم که به‌عنوان مثال می‌توان به مقایسه سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های کشاورزی، صنعتی، حمل و نقل و انرژی اشاره نمود. از طرفی اولویت‌بندی منابع بین کشورها به‌ویژه در جهت مسائل جهانی مانند تغییرات آب‌وهوایی نیز امری دشوار می باشد. لذا سازوکارهایی پیشنهادشده‌اند

که در آن انتشاردهنده‌های بزرگ و کشورهایی با منابع بیشتر به کشورهای کوچک‌تری که از تغییرات آب‌وهوایی رنج می‌برند کمک می‌کنند: بنابراین، «کشورهای ثروتمندی که مسئول بیشترین آسیب‌های زیست محیطی در جهان امروزی هستند (مثلاً با انباشت CO2، آسیب به سپر حفاظتی اوزن) و رفاه مادی آن‌ها می‌تواند باعث توقف یا حتی معکوس کردن بازده رشد شود، باید در این زمینه پیشگام شوند.» (Goodland ، 1996، ص 1004). در هر دو مورد بالا، شناسایی معیارهای استاندارد شده‌ای که امکان مقایسه گزینه‌ها را فراهم می‌کند، ضروری است. یک مثال استفاده از منحنی هزینه کاهش حاشیه‌ای [۱۶۱]، تجزیه‌وتحلیل جهت ارزیابی و مقایسه مزایای زیست محیطی و هزینه سرمایه‌گذاری‌های مختلف کربن‌زدایی در بخش‌های گوناگون یک اقتصاد و به طور بالقوه بین کشورها می باشد.

کار آیی، هماهنگی و همکاری

دولت‌ها نمی‌توانند باواسطه‌ی منابعی که به مسائل زیست محیطی اختصاص می‌دهند ناکارآمد فرض شوند. همکاری بین دولت‌ها، صنعت و جامعه می‌تواند مزایای بهره وری را هم در کارآیی و هم اثربخشی منابع تخصیص‌یافته به دنبال داشته باشد. بنابراین میزان صرفه‌جویی در مقیاس زمانی تحقق می‌یابد که چندین کشور یا جوامع جهت حل مسائل زیست محیطی مشترک با استفاده از راه حل‌های فناورانه با یکدیگر همکاری نمایند. هنگامی‌که مسائل زیست محیطی مرزها را در برمی‌گیرد، به‌عنوان مثال، در بسیاری از سیستم‌های رودخانه، هماهنگی بین تمام استفاده‌کنندگان از رودخانه

بـه طـور کلـی نتایـج بهتـر و عادلانه‌تـری را هـم بـرای محیـط زیسـت و هـم بـرای جمعیتـی کـه بـه آن متکـی هسـتند، ارائـه می‌دهـد. بـر همیـن اسـاس اثربخشـی منابـع زمانـی می‌توانـد بـه حداکثـر میـزان خـود برسـد کـه تمامـی دسـت انـدرکاران در یـک همـکاری همـه جانبـه بـا توجـه بـه نقـاط قـوت خـود مشـارکت نماینـد. بـه طـور مثـال، همکاری‌هـای نوآورانـه بیـن دولـت، صنعـت، جامعـه و دانشـگاه، طیـف وسـیعی از قابلیت‌هـا را در کنـار هـم فراهـم می‌کنـد. ایـن امـر می‌توانـد مؤثرتـر از انجـام فعالیـت بـه صـورت منفـرد توسـط هـر یـک از دسـت‌اندرکاران باشـد. در نهایت نمونـه‌ای از نـوآوری مبتنـی بـر مأموریـت، کـه در ایـن بخـش بـه آن اشـاره شـد، اهمیـت همـکاری جهـت حـل چالش‌هـای کار آیـی و ظرفیـت را بیشـتر نشـان می‌دهـد.

دسترسی به منابع

تخصیـص منابـع کافـی بـه محیـط زیسـت در همـه کشـورها امـری دشـوار اسـت. بـا ایـن حـال، کشـورهای در حـال توسـعه و به‌ویـژه کشـورهایی بـا ثروت انـدک ایـن موضـوع را مشکل‌سـاز دانسـته و ممکـن اسـت نتواننـد بـه مسـائل زیسـت محیطـی محلـی یـا مسـائلی کـه با سـایر کشـورها مشـترک هسـتند، رسـیدگی نماینـد. از طرفـی، در برخـی از مسـائل مشـترک، ممکـن اسـت بیشـترین سـود زیسـت محیطـی حاصـل از سـرمایه‌گذاری در کشـورهایی بـا کمتریـن منابـع حاصـل شـود. بنابرایـن در ایـن زمینـه، دولت‌هـا بایـد بررسـی نماینـد کـه چگونـه کشـورهای کم‌درآمـد ماننـد کشـورهای SIDS، LDC و کشـورهای مرتبـط می‌تواننـد بـرای پروژه‌هـای حیاتـی کـه بـه پروژه‌هـای زیسـت محیطـی و/یـا زیرسـاختی مربـوط می‌شـوند، بودجـه جـذب کننـد. از ایـن رو فناوری‌هـا و زیرسـاخت‌های دیجیتـال می‌تواننـد نقـش مهمـی در ارزیابـی، اجـرا و نظـارت بـر رویکردهایـی کـه تمامـی چالش‌هـای منابـع را برطـرف می‌کننـد، داشـته باشـند. همچنیـن بـه حصـول اطمینـان از اینکـه

منابع به روش صحیح در زمان مناسب تخصیص داده شوند، کمک می‌کنند. بر همین اساس بخش خصوصی نیز نقش مهم فزاینده‌ای در ارائه فناوری‌ها و دانش در راستای حل مسائل زیست محیطی ایفا می‌کند. بخش‌های بیمه و فناوری نیز دو نمونه از مواردی هستند که شرکت‌ها در رسیدگی به مسائل زیست محیطی منافع تجاری مشترک دارند.

مطالعه موردی: صندوق نوآوری آب‌وهوای مایکروسافت[1] [۱۶۲,۱۶۳]

مایکروسافت در سال ۲۰۲۰با تأسیس صندوق نوآوری آب‌وهوایی، ابتکاری را با هدف کمک به تأمین کنندگان و مشتریان در سراسر جهان جهت کاهش ردپای کربن خود و تأمین مالی نوآوری برای تسریع روند توسعه فناوری‌های جهانی در راستای کاهش، جذب و حذف کربن راه اندازی کرده است. بر اساس گفته‌ی مایکروسافت، تأمین مالی در سرمایه‌گذاری‌ها بر اساس چهار معیار: تأثیر آب‌وهوا، بازارهای با بودجه کم، همسویی مشترک و عدالت آب‌وهوایی، خواهد بود. صندوق نوآوری آب‌وهوایی در چارچوب تعهد مایکروسافت مبنی بر منفی نمودن میزان کربن تا سال ۲۰۳۰ و همچنین حذف کربن از محیط زیست تا سال ۲۰۵۰؛ تمام کربنی که شرکت از زمان تأسیس در سال ۱۹۷۵ به طور مستقیم یا با مصرف برق منتشر کرده است، راه اندازی شد. مایکروسافت در راستای تحقق این اهداف، برنامه‌ای را جهت کاهش انتشار کربن به میزان بیش از مقادیر تعریف شده تا سال ۲۰۳۰، هم برای انتشار مستقیم و هم برای کل زنجیره تأمین و ارزش مایکروسافت راه اندازی کرده است. بودجه این برنامه تا حدودی از طریق افزایش هزینه کربن داخلی که از سال ۲۰۱۲در این کشور برقرار شده و در سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است، تأمین می‌شود.

1. Microsoft Climate Innovation Fund

قابلیت همکاری فناوری و استانداردها

همان‌طور که در این گزارش توضیح داده شد، فناوری‌های دیجیتال می‌توانند توانایی ما را جهت شناسایی و پاسخ به مسائل زیست محیطی تقویت کنند. مسائل زیست محیطی اغلب حوزه‌هایی را در بر می‌گیرند که جهت حل و فصل نیاز به همکاری بیشتری دارند. قابلیت همکاری فناوری زیربنای توانایی اینترنت، سیستم‌های تلفن و ایمیل برای عمل به‌عنوان سیستم‌های متصل به سطح جهانی است. بر همین اساس در زمینه محیط زیست و منافع عمومی، قابلیت همکاری فناوری با اجازه دادن به سهامداران جهت برقراری ارتباط، به اشتراک گذاشتن داده‌ها و اطلاعات و همکاری ذینفعان محقق می‌شود. سایر مزایای قابلیت همکاری به پذیرش توسعه فناوری مربوط می‌شود. بر همین اساس این موارد شامل: (۱) اجتناب از تلاش‌های مضاعف در توسعه سیستم‌های جدید - در نتیجه صرفه‌جویی در منابع و (۲) تسریع روند پذیرش و سرمایه‌گذاری‌های فناوری "تصحیح آینده"[1] با کاهش منسوخ شدن، می‌شوند. از طرفی قابلیت همکاری نقش مهمی در مورد سایر موضوعات فراگیر مانند ایجاد ارزش و هدف مشترک، مالکیت جهانی و شفافیت ایفا نموده و منجر به ایجاد اعتماد و مشارکت در راستای بهبود کیفیت و اعتماد به داده‌ها در سیستم‌های دیجیتالی و کسانی که از آن‌ها استفاده می‌کنند، می‌شود. به طور کلی استانداردهای فناوری توسط نهادهای بین‌المللی بر اساس نوع فناوری مربوطه تعریف می‌شوند. به‌عنوان مثال در همین راستا می‌توان به ارتباطات اینترنتی، شبکه‌های سلولی، نظارت بر محیط زیست، اشتراک‌گذاری داده‌ها، تبادل داده‌های زنجیره تأمین و ...، اشاره نمود. این استانداردها به طور مستمر جهت پاسخگویی به فناوری‌ها و نیازهای اجتماعی جدید در حال توسعه هستند. استانداردسازی

1. Future proofing

از طریق کاهش تلاش‌های مضاعف و نیاز به ساخت اجزای فناوری جهت ارتباط با سیستم‌های ناسازگار، باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. بنابراین پیاده‌سازی این استاندارد بر روی پروژه‌ها، ابتکارات، سازمان‌ها و فناوری‌های موجود امکان‌پذیر است. در نهایت پذیرش فزاینده و گسترده‌تر رویکردهای موجود، هزینه‌های ایجاد رویکردهای جدید را کاهش داده و قابلیت همکاری بین آن‌ها را افزایش می‌دهد. پیش‌تر در این گزارش نقش مهم استانداردهای بین‌المللی در داده‌های زیست محیطی و هماهنگ سازی آن‌ها، شفافیت و قابلیت ردیابی در تمام زنجیره‌های تأمین ICT و همچنین جهت بهبود مدیریت ضایعات الکترونیکی و هدایت اجرای زنجیره تأمین دورانی در ICT به تفصیل مورد بحث قرار گرفته اند.

استانداردها ممکن است باعث تاخیر در نوآوری شوند.

مبتکران و پذیرندگان اولیه از فناوری‌های جدید و تا حدودی نابالغ برای به دست آوردن منافع مستقیم استفاده می‌کنند. آن‌ها این کار را با علم به این موضوع که استانداردها ممکن است تا چندین سال توسعه فناوری جدید را به تاخیر بیندازند، انجام می‌دهند. در حال حاضر روش‌های گوناگونی جهت دستیابی به فواید فناوری جدید و همچنین دریافت برخی از مزایای این استانداردها وجود دارد. این موارد شامل استفاده از فناوری‌های موقت، "تکنولوژی‌های پل زدن[1]" ، استانداردها و بودجه‌بندی «عملی[2]» جهت به‌روزرسانی‌های فناوری در زمانی که استانداردها و محصولات استاندارد شده در دسترس قرار می‌گیرند، می‌شود.

استانداردهای رقیب می‌توانند در کنار یکدیگر قرار گیرند.

در بسیاری از موارد یک استاندارد واحد وجود خواهد داشت که به

1. Bridging technologies
2. De-facto

طور جهانی توسط همه شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه این وضعیت ایده آلی است، اما همیشه امکان‌پذیر نمی‌باشد. کشورهای مختلف و شرکت‌کنندگان صنعتی ممکن است به دلایل تاریخی یا تجاری، تأکیدات و دیدگاه‌های متفاوتی داشته باشند. این امر می‌تواند مانعی در راستای تعامل و همکاری در بین ابتکارات حوزه‌ها شود. درصورتی‌که چندین استاندارد رقیب وجود داشته باشد، می‌بایست آن‌هایی انتخاب شوند که قابلیت همکاری را در موقعیت‌ها و بین حوزه‌های قضایی مربوطه امکان‌پذیر می‌کنند. اگرچه این امر فرآیندی ایده آل نیست، اما می‌توان رویکردهای هماهنگ یا پل زدن را جهت دستیابی به قابلیت همکاری بین استانداردهای رقیب توسعه داد.

استانداردها می‌بایست همه جانبه باشند – هم در توسعه و هم در پذیرش.

مشارکت کشورهای عضو در نهادهای تعیین استاندارد به حصول اطمینان از اینکه استانداردها برای شرایط محلی «مناسب با هدف» هستند، کمک می‌کند. با این حال، این امر مستلزم تعهد در منابعی است که تمامی کشورها توانایی پرداخت آن را ندارند. کشورهایی که منابع بیشتری در اختیار دارند باید تلاش‌های آگاهانه‌ای در راستای حمایت از نیازهای تمامی کشورها از جمله کشورهای با منابع کمتر انجام دهند. لذا پذیرش فزاینده استانداردها را می‌توان با ترویج استفاده از آن‌ها، تشویق دسترسی آزاد به استانداردها و الزام رعایت استانداردها به‌عنوان بخشی از فرآیندهای تدارکات لحاظ نمود. بنابراین امکان مشارکت گسترده سهامداران بدون نیاز به ابزارهای کلان فراهم شده و در نهایت شفافیت و اعتماد افزایش می‌یابد.

ظرفیت‌سازی

در زمینه مسائل زیست محیطی، ظرفیت بیانگر توانایی افراد، مؤسسات و جوامع جهت اجرای برنامه‌ها و ایجاد بهبودهای معنادار در نتایج زیست محیطی می باشد. بر همین اساس ضروری است دولت‌ها در ایجاد هر یک از این نوع ظرفیت‌ها مشارکت داشته باشند. قبلاً در این گزارش مبحث افزایش ظرفیت در زمینه داده‌های زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. توانایی **ظرفیت فردی** افراد جهت مشارکت معنادار نه تنها در زندگی خود، بلکه در مسائل زیست محیطی و سایر مسائلی که بر جوامع محل زندگی اثرگذار بوده، تأثیر می‌گذارد. ظرفیت فردی ترکیبی از مهارت‌های شخصی، توانمندسازی و انگیزه تعامل با مسائل مهم است. در عصر دیجیتال، سواد دیجیتال یک مهارت اساسی برای افراد است. بنابراین، دولت‌ها می‌بایست سواد دیجیتال را در همه سطوح از کودکان گرفته تا بزرگسالان (اعم از آموزش حرفه‌ای و تحصیلات عالی) تقویت نمایند. در اینجا نکته مهم آن است که سواد دیجیتال چیزی بیش از مهارت‌های فنی بوده و شامل جنبه‌های انسانی فناوری نظیر تجزیه‌وتحلیل نیازها و طراحی تجربه‌ی کاربر می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین اذعان نمود که دسترسی عادلانه و مقرون‌به‌صرفه به فناوری‌ها و زیرساخت‌های اینترنتی، منجر به افزایش توانمندسازی ظرفیت فردی می‌شود. توانایی ظرفیت نهادی مؤسسات جهت شناسایی یا پیشی گرفتن از مسائل زیست محیطی و ایجاد سیاست‌ها، فرآیندها و زیرساخت‌های مناسب می‌باشد. دولت‌ها طیف وسیعی از ابزارها نظیر بودجه، مقررات، سیاست‌گذاری و رهبری را در اختیار دارند که همگی می‌توانند در افزایش ظرفیت نهادی نقش داشته باشند. همانند ظرفیت فردی، وجود «سواد دیجیتال» نیز در سازمان‌ها مهم است و به‌عنوان

فرهنگ‌هـا، فرآیندهـا و برنامه‌هـای تصمیم‌گیـری مبتنـی بـر شـواهد کـه از فناوری‌هـای دیجیتـال جهـت تجزیه‌وتحلیـل، اندازه‌گیـری، پیگیـری و گـزارش در مـورد مسـائل و پاسـخ‌ها اسـتفاده می‌نماینـد نشـان داده می‌شـوند. از ایـن رو همسـو بـودن بـا فناوری‌هـای جدیـد ماننـد یادگیـری ماشـینی، هـوش مصنوعـی امـری ضـروری بـوده و مسـتلزم تعهـد مـداوم می‌باشـد. در سـال‌های اخیـر، برنامه‌هـای نـوآوری «مأموریـت محـور»، ماننـد برنامه‌هایـی کـه توسـط پروفسـور ماریانـا مازوکاتـو [۳۲] شـرح داده شـده اسـت، به‌عنـوان رویکردهایـی مطـرح شـده‌اند کـه دولت‌هـا می‌تواننـد از آن‌هـا جهـت رسـیدگی بـه مسـائل مربـوط بـه منافـع عمومـی اسـتفاده نماینـد. ایـن برنامه‌هـا بـر روی نتایـج تمرکـز می‌کننـد و دولـت را به‌عنـوان رهبـری کـه می‌توانـد مشـکلات و فرصت‌هـا را بـر حسـب نتایـج مطلـوب چارچوب‌بنـدی کنـد، قـرار می‌دهنـد. در نهایـت افـراد و شـرکت‌های خصوصـی می‌تواننـد رویکردهـای نوآورانـه‌ای را پیشـنهاد دهنـد. از مزایـای اضافـی ایـن برنامه‌هـا می‌تـوان بـه نتایـج تجـاری، رشـد مشـاغل و افزایـش ظرفیـت در صنعـت و سـازمان‌های غیردولتـی اشـاره نمـود. **ظرفیـت اجتماعـی** بسـط یـا ترکیبـی از ظرفیت‌هـای فـردی و نهـادی همـراه بـا زیرسـاخت‌های حمایتـی اسـت. در همیـن زمینـه، توانایـی یک جامعه جهت شناسـایی و برخورد با مسـائل زیسـت محیطـی مربـوط بـه آن جامعـه اسـت. بـا افزایـش ظرفیـت اجتماعـی، تغییری در روابـط بیـن دولـت و جامعـه ایجـاد می‌شـود، به‌گونـه‌ای کـه هرکـدام بـا توجـه بـه نقـاط قـوت خـود منابـع و رهبـری را در مـورد مسـائل زیسـت محیطـی ارائـه می‌کننـد. زیرسـاخت پشـتیبانی می‌توانـد زیرسـاخت دیجیتالی ماننـد خدمـات اینترنتـی در دسـترس یـا پلتفرم‌هـای «CivicTech» باشـد کـه مشـارکت جامعـه را امکان‌پذیـر می‌سـازد (به‌عنـوان مثـال بـه مطالعـه مـوردی در رابطـه بـا بودجـه مشـارکتی مراجعـه کنیـد). از ایـن رو دولت‌هـا

می‌توانند با حمایت از طرح‌های مبتنی بر جامعه و با تمرکز بر مسائل محیطی محلی به ایجاد قابلیت‌ها در جوامع کمک نمایند. **ظرفیت سازی زمان بر است و به منابع نیاز دارد،** اما ارزشش را دارد. البته ظرفیت‌سازی در بازه‌های زمانی متنوع از کوتاه مدت در پاسخ به نیازهای فوری تا در مقیاس زمانی طول عمر انسان در رابطه با توسعه مهارت‌های جوانان و ایجاد ظرفیت در مقیاس بزرگ اجتماعی، قرار دارد. بنابراین، دولت‌ها باید به این نکته توجه نمایند که سرمایه‌گذاری پایدار بیشترین تأثیر را در برنامه‌های ظرفیت‌سازی بلندمدت خواهد داشت. آن‌ها در ایجاد و حمایت از ظرفیت هر یک از این سه زمینه نقش دارند و ضروری است متوجه باشند که منافع مستقیمی برای دولت‌ها در این رابطه وجود دارد. دولت‌ها منابع محدودی دارند. بنابراین ایجاد ظرفیت در جوامع و صنعت فرصت بیشتری برای اهرم سرمایه‌گذاری‌های دولت در برنامه‌های زیست محیطی فراهم می‌کند. با گذشت زمان ممکن است برخی از کارکردها به جوامع منتقل شده و فشار از روی منابع دولتی برداشته شود. بر همین اساس فناوری‌ها و زیرساخت‌های دیجیتال جهت ایجاد و توانمندسازی ظرفیت، موردنیاز می‌باشند. به‌عنوان مثال می‌توان به زیرساخت‌های ارتباطی، اشتراک‌گذاری داده‌ها و سیستم‌های سنجش عملکرد اشاره نمود. در نهایت می‌توان چنین عنوان نمود که اگر این فناوری‌ها به درستی اجرا شوند، دسترسی، بهره وری و تأثیر طرح‌های ظرفیت سازی افزایش می‌یابد. علاوه بر آن، ضروری است که کشورهای کمتر توسعه یافته و افراد از کمک‌های لازم جهت ظرفیت سازی بهره‌مند شوند. این امر نه تنها جهت رسیدگی به مسائل محلی بلکه در مسائل زیست محیطی مشترک (به‌عنوان مثال، زباله‌ها الکترونیکی) امری مهم تلقی می‌شود.

مطالعه موردی: مشارکت عمومی
در پروژه جزیره Tiritiri Matangi [۱۶۴]

جزیره Tiritiri Matangi به‌عنوان یک پروژه احیاء زیست محیطی موفق به یک شهرت بین‌المللی دست یافته است و اغلب به‌عنوان مدلی از نظارت بر محیط زیست ذکر می‌شود. احیای محیط زیست در جزیره شامل مشارکت داوطلبانه و همیشگی مردم بوده و به آن وابسته می باشد. پروژه جزیره Tiritiri Matangi نمونه‌ای از این موضوع است که چگونه مشارکت عمومی نه تنها پیوندهای موجود بین عموم و جوامع علمی را تقویت می‌کند، بلکه حتی درک بیشتری از مفاهیم اکولوژیکی خارج از دنیای حرفه‌ای و دانشگاهی را تسهیل می‌نمایند. حمایت پیشرفته اکولوژیک ، تحقیقات اکولوژیکی و مدیریت تنوع زیستی به‌عنوان نتایج همکاری مشترک بین ذینفعان جزیره ذکر شده است که در نهایت منجر به توسعه یک «اکولوژی عمومی» می‌شود.

توصیه‌هایی در مورد مسائل فراگیر

بر اساس مسائل کلی شناسایی شده در این گزارش، سه توصیه در رابطه با فناوری‌های دیجیتال و مسائل زیست محیطی ارائه می‌شود که جنبه‌های متعدد این گزارش را در برمی‌گیرد. از آنجایی که به نظر می‌رسد تمامی مسائل کلی با هم در ارتباط بوده (به شکل ۹ نگاه کنید)، بنابراین ترجیح می‌شود توصیه‌ها را به جای ارائه به صورت جداگانه، در یک بخش واحد ارائه دهیم.

توصیه‌های سیاستی ۱

• افزایش فراگیری در افراد و جوامع

طبق گزارش ITU، در حال حاضر حدود ۳۷ درصد از جمعیت جهان - یا ۲/۹ میلیارد نفر - هرگز از اینترنت استفاده نکرده‌اند (ITU، 2021). اگر روی تحقق وعده‌های دیجیتالی‌سازی حساب کنیم و از آن‌ها جهت مقابله با مسائل فوری زیست محیطی استفاده نماییم، باید از دسترسی به منابع دیجیتال و توزیع مهارت‌ها در سطح جهان که همه را قادر می‌سازد در آن مشارکت نمایند، اطمینان حاصل کنیم. افزایش فراگیری هنگام توسعه سیاست‌ها و کار با فناوری‌ها و ابزارهای دیجیتال جدید نه تنها در سطح فردی، بلکه در سطح جوامع و حتی کشورها نیز ضروری است. اقدامات خاصی که می‌توان در این راستا انجام داد عبارت‌اند از:

• سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی سواد دیجیتال (همچنین به بخش داده‌های زیست محیطی در راستای اهمیت ظرفیت سازی مراجعه کنید)؛

• اجرای سیاست‌هایی جهت اطمینان از قابلیت دسترسی همه به زیرساخت‌های دیجیتال؛

• ترویج نرم افزار آزاد، داده‌های باز، تعهدات خدمات مشترک و بی‌طرفی شبکه برای زیرساخت‌های ارتباطی.در همین زمینه، کشورهای ثروتمند جهت تعهد به ایجاد قابلیت‌های دیجیتال تشویق می‌شوند که می‌تواند توسط دیگران نیز پذیرفته شده و به آن‌ها منتقل شود.

توصیه‌های سیاستی ۲

از داده‌ها و فناوری‌های دیجیتال جهت تقویت تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد که به طور ایده‌آل شامل رویکردهای حکمرانی مشارکتی باشد، استفاده کنید. همان‌طور که در بخش‌های قبل توضیح داده شد، دسترسی به داده‌ها و

اضافـی نیـاز اسـت، در زمینـه‌ی جمـع‌آوری داده‌هـا (مرتبـط بـا سیاسـت) سـرمایه‌گذاری نماییـد. ایـن امـر می‌توانـد در حمایـت از تصمیـم گیـری بـر اسـاس شـواهد مفیـد واقع شـود - بـا اسـتفاده از داده‌هـای عینی جهـت ارزیابی و نظـارت بـر اثـرات زیسـت محیطـی سیاسـت‌ها و سـرمایه‌گذاری‌ها (همچنیـن بـه موضـوع استانداردها/استانداردسـازی مربـوط می‌شـود کـه بـه صـورت ویـژه در بخـش داده‌هـای زیسـت محیطـی و بخـش اقتصـاد چرخشـی مـورد بحـث قـرار گرفتـه اسـت)؛ بـا ایـن حـال، بـه شـرطی کـه قابلیت‌هـای لازم بـرای خوانـدن، تفسـیر و درک داده‌هـا بـرای تصمیم‌گیـری در دسـترس باشـد. البتـه بـا توجـه بـه آنچـه در بخـش های قبـل بـر آن تأکید شـد، حکمرانی مشـارکتی توصیـه می‌کنـد کـه: نـه تنهـا تصمیـم گیرنـدگان سـنتی (در سـطح ایالـت) می‌تواننـد از حمایـت ایـن ابزارهـا بهره‌منـد شـوند، بلکـه می‌تواننـد در راسـتای تصمیـم گیـری یـا مشـاوره چندجانبه نیـز اسـتفاده شـده و سـاختاری را جهت فرآیندهـای بسـیار پیچیـده فراهـم نماینـد. بـه ایـن ترتیـب، می‌توان بر اسـاس علـم و شـواهد تصمیـم گیـری نمـود و درعین‌حـال بـه طیـف گسـترده‌ای از دسـت انـدرکاران اجـازه مشـارکت در آن را داد. یـک ایـده اساسـی در همیـن راسـتا ایـن اسـت کـه ابزارهـای دیجیتـال را جهـت کاهـش موانـع ذینفعـان مختلـف جامعـه مـورد آزمایـش قـرار دهیـم تا ترجیحـات خـود را بیـان نمایند؛ ایـن امـر می‌توانـد معیـاری بـرای مقابلـه بـا منافـع اختصاصـی باشـد کـه بـه نفـع وضعیـت موجـود و شـیوه‌های غیرپایـدار مـی باشـد. درصورتی‌کـه اصـول فرعـی بـه کار گرفتـه شـده و سـرمایه‌گذاری‌های زیسـت محیطـی متناسـب بـا زمینه‌هـای محلـی باشـد، مشـارکت فعـال شـهروندان بـه طـور بالقـوه می‌توانـد اثـرات مثبتـی بـر تخصیـص بهینـه منابـع داشـته باشـد. ادغـام شـهروندان بـا یکدیگـر می‌توانـد بـه شناسـایی نیازهـای محلـی جهـت ظرفیـت سـازی کمک نمایـد. در نهایـت، انتظـار مـی‌رود فرآیندهـای مشـارکتی (در شـرایط مناسـب)

اعتمادساز باشند، که به طور بالقوه پایه‌ای ارزشمند جهت اجرای موفقیت‌آمیز اصلاحات سریع زیست محیطی را تشکیل می‌دهند.

توصیه‌های سیاستی ۳

با رویکردهای جدید آزمایش کنید

از آنجایی که به‌نظر می‌رسد وضعیت زیست محیطی که در حال حاضر در آن قرار داریم، کاملاً وخیم باشد، لذا ارائه‌ی راه‌حل‌های سریع جامعه جهانی در راستای توقف - یا حداقل کاهش روند تغییرات آب‌وهوایی – بسیار ضروری است. به دلیل نیاز فوری به اتخاذ اقدامات و احتمالاً روش‌های جدید، رویکردهای سریع بهترین گزینه در این زمینه هستند. این بدان معنی است که می‌بایست به‌سرعت در حال طراحی و اجرای سیاست‌ها و ابتکارات باشیم و مواردی را که با کسب تجربه ممکن است به تعدیل نیاز داشته باشند، درک کنیم. در اینجا چیزی که ممکن است بدیهی به نظر برسد اما هنوز باید بر آن تأکید شود این است که: در زمینه ابزارهای جذاب و در حال تکامل همیشگی و جدید، هم این رویکردهای جدید به کار گرفته شده و هم اثربخشی کلی تصمیم گیری باید به طور معمول مورد ارزیابی قرار گیرند. این امر مستلزم نظارت بر عملکرد و حلقه‌های بازخورد، بر اساس جمع‌آوری و ارزیابی داده‌ها، و استفاده از شاخص‌های پیشرو و عقب مانده قابل اندازه‌گیری است. بنابراین جهت دستیابی به اهداف مورد نظر، می‌بایست تبادل اطلاعات و تجربیات در میان واحدهای حکمرانی با امکان استفاده از شاخص‌های معیار جهت مقایسه پیشرفت تشویق شوند. در نهایت، باید از ابزارهای موجود جهت نظارت بر عملکرد و بازخورد شهروندان نیز استفاده شود.

نتیجه‌گیری

براساس این گزارش، شبکه سیاست‌گذاری ایجاد شده در سال ۲۰۲۱ در رابطه با محیط زیست و دیجیتالی کردن، ۱۵ توصیه سیاستی را با هدف کاهش اثرات زیست محیطی دیجیتالی شدن و یا استفاده از دیجیتالی سازی جهت مقابله با چالش‌های زیست محیطی پیشنهاد می‌کند. توصیه‌ها به صورت موضوعی در چهارفصل طبقه‌بندی شده‌اند: داده‌های زیست محیطی، سیستم‌های آب و غذایی، شفافیت زنجیره تأمین دورانی و شفافیت و همچنین مسائل فراگیر. در بخش پایانی، کل فرآیندهای فکری که نویسندگان را به ارائه توصیه‌های خاص سوق داده است، تکرار نمیشود، بلکه بر روی موضوعات با تکرار بالا تمرکز می‌کنیم. در نهایت، نظراتی را در مورد اینکه گام‌های بعدی توصیه‌های خط‌مشی پیشنهاد شده در این گزارش می‌تواند چگونه باشد ارائه شده است: استانداردهای بین‌المللی نقش اساسی در استفاده از ICT برای ارتقای پایداری و همچنین بهبود پایداری ICT ایفا می‌کنند. ضرورت ایجاد استانداردهای بین‌المللی با توجه به داده‌های زیست محیطی برجسته شده است، جایی که نویسندگان توضیح می‌دهند که چگونه داده‌های منابع مختلف اغلب به‌صورت آشکار در دسترس نیستند یا در قالب استاندارد شده‌ای که امکان تلفیق، مقایسه و استفاده آسان از آن را فراهم می‌کند، وجود ندارند. اجرای اصول حکمرانی داده که ملاحظات اخلاقی مهمی را در نظر می‌گیرد (با پیروی از اصول FAIR و CARE) می‌تواند شیوه‌های داده‌ای را که داده‌های بیشتری را به طور گسترده و عادلانه در دسترس قرار می‌دهد و در راستای اطلاع‌رسانی تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد مؤثر نیز استفاده می‌شوند، تقویت کند. در اینجا توجه با این نکته ضروری است که این استانداردها باید دارای گستره جهانی بوده و در سطح بین‌المللی

نیز هماهنگ شوند. از منظر آب و غذایی، نویسندگان به طور ویژه استانداردهای سلامت و شفافیت را به‌عنوان یک عنصر مهم همراه با استفاده سازنده از فناوری‌های جدید (به‌عنوان مثال، بلاک چین) برجسته می‌سازند. همچنین ایجاد این استانداردها جهت افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی در زنجیره‌های تأمین ICT، بهبود مدیریت زباله‌های الکترونیکی و هدایت اجرای اقتصاد دایره‌ای در سراسر زنجیره تأمین ICT، به‌عنوان مثال، با افزایش استانداردهای طراحی مشترک پیشرفته، ضروری هستند. در همین زمینه، نویسندگان تأکید می‌کنند که طراحی واقعی دایره‌ای بودن فراتر از استانداردهای فعلی طراحی سازگار با محیط زیست است که به طور سنتی تنها بر روی بهبود بهره‌وری انرژی ICT با رسیدگی به بهره‌وری انرژی و مواد (مانند دوام، قابلیت تعمیر/بازسازی، بازیافت) تمرکز دارد. این استانداردها می‌توانند توسط دولت‌ها به صورت داوطلبانه از طریق سازمان‌های توسعه‌دهنده‌ی استاندارد مانند ISO (سازمان‌های استاندارد بین‌المللی) یا ITU (اتحادیه بین‌المللی مخابرات)، یا در یک انجمن چندجانبه توسعه یابند. در حالت ایده‌آل، استانداردهای پیشنهادی منجر به مزایای زیست محیطی ، حقوق بشر و مالی خواهد شد، درحالی‌که نوآوری موردنیاز جهت رسیدگی به چالش‌های جهانی که امروزه در تمامی زنجیره‌ی تأمین وجود دارد را تحریک می‌کند. **ما جهت یافتن سریع راه‌حل‌ها تحت فشار هستیم**. به طور کلی، این گزارش با یک حس فوریت همراه شده است: دانشمندان سازمان ملل متحد "کد قرمز برای بشریت" را به صدا درآورده‌اند و هشدار داده‌اند که آب‌وهوا در ۲۰ سال آینده بیش از ۱.۵ درجه سانتیگراد گرم‌تر خواهد شد. جامعه جهانی جهت مواجهه با واقعیت‌های دلخراش تغییرات آب‌وهوایی ناشی از انسان؛ گرمایش جهانی، کاهش کلی تنوع زیستی و

و افزایش آلودگی، نیاز به عمل و اقدام سریع دارد. در حال حاضر دیجیتالی شدن بخشی از این مشکل است - پیشرفت و کمک به تغییرات اقلیمی با افزایش ردپای محیطی آن - اگر به صورت درست انجام شود، می‌تواند بخشی از راه‌حل نیز باشد. به طور مثال، دیجیتالی‌سازی و داده‌های زیست محیطی می‌تواند از سیاست‌گذاران جهت تصمیم‌گیری سریع‌تر و مؤثرتر در خصوص مسائل زیست محیطی حمایت نمایند. برای تحقق این امر، یک رویکرد چابک در پروژه‌ها و توانایی ارزیابی سریع اطلاعات جدید و تنظیم مسیر در صورت نیاز، بسیار مهم است. **رویکردهای مشارکتی و چندجانبه باید مورد تشویق قرار گرفته و ضرورت سرمایه‌گذاری در راستای ظرفیت سازی امری مهم می باشد.** درعین‌حال، نیاز به‌سرعت و کار آیی می‌بایست با اهمیت مشارکت و فراگیری ذینفعان - یکی دیگر از موضوعات تکرارشونده در این گزارش - متعادل شود. با توجه به داده‌های زیست محیطی، بر ایجاد پیوندهای مهم بین دسترسی معنادار به داده‌ها و مشارکت تأکید می‌شود؛ با استفاده از استانداردسازی و هماهنگ سازی جهانی که مستلزم گنجاندن سهامداران متعدد است. لذا برای غذا و آب، رویکردهای توسعه‌یافته فراگیر جهت افزایش پایداری سیستم‌های غذایی نقطه کانونی بحث محسوب می‌شوند. در سیاست‌گذاری، ICT می‌تواند در راستای ترویج بحث مجازی در میان شهروندان، تسهیل آزمایش با رأی‌گیری و مشارکت مبتنی بر فناوری (از راه دور) و تشویق ساختارهای حکومتی محلی/فرعی مورد استفاده قرار گیرد. درحالی‌که استفاده‌ی گسترده از سهامداران ممکن است روند تصمیم گیری را از جهاتی کند نماید، اما بعداً می‌تواند نتایجی در برداشته باشد: تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که رویکردهای مشارکتی نظیر اجتماعات شهروندان می‌تواند

امکان سنجی سیاستی، سیاست‌های جاه‌طلبانه آب‌وهوایی را افزایش دهد. با این حال، درصورتی‌که ذینفعان فاقد ظرفیت باشند، بهترین فرآیندهای مشارکتی نیز بی‌اثر خواهند بود؛ بنابراین نیاز به منابع و امکانات کافی جهت حمایت از مشارکت‌های ذینفعان، به‌ویژه آن‌هایی که منابع محدودی در مهارت‌ها و فناوری‌ها در اختیار دارند، وجود دارد. در فرآیند ظرفیت سازی می‌بایست توانایی افراد (ظرفیت فردی)، نهادها (ظرفیت نهادی) و همچنین جوامع (ظرفیت اجتماعی) جهت اجرای برنامه‌ها و ایجاد بهبودهای معنادار در نتایج زیست محیطی در نظر گرفته شود. دولت‌ها از طریق تضمین تلاش‌های هماهنگ جهت ایجاد ظرفیت در زمینه‌های اساسی مانند سواد دیجیتالی و داده‌ای و همچنین دسترسی به زیرساخت‌های ارتباطی و اینترنت قابل اعتماد و سریع، در ایجاد هر یک از این نوع ظرفیت‌ها نقشی اساسی ایفا می‌کنند. بنابراین می‌توان فعالیت‌های بیشتری در راستای دسترسی به داده‌های آب‌وهوایی در قالبی مناسب از طریق تفسیر غیرعادی یا بینش‌های عملی برای کسانی که سواد داده‌ای کمتری دارند، انجام داد. دولت‌ها و دست اندرکاران مرتبط باید سیاست‌هایی را تدوین کنند که از یادگیری در رابطه با داده‌ها و حکمرانی به‌عنوان بخشی از برنامه درسی آموزشی حمایت نمایند. در نهایت توصیه می‌شود به جوانان توجه ویژه ای داشته و بر تسهیل مشارکت جوانان در گفتگوها و فرآیندهای زیست محیطی متمرکز شد. **در گام بعدی، می‌توان توصیه‌ها را به اقدامات مشخص و ابزارهای مربوطه در زمینه‌های خاص تبدیل نمود.** پس از این گزارش، همه ذینفعان تشویق می‌شوند تا در مورد اقداماتی که می‌توانند از توصیه‌ها جهت اجرایی‌سازی استخراج نمایند، تفکر نمایند. بازگشت به نقل قولِ ذکر شده در بخش ۱ در مورد سیاست‌گذاری زیست محیطی مبنی بر این

کـه «ایـن موضـوع لزومـاً توسـعه و ایجـاد ابزارهای جدید نیسـت، بلکـه طراحی «ترکیبـی» از ابزارهـای سیاسـتی اسـت کـه بـه بهتریـن وجـه در شـرایط مناسـب مـی باشـد» [۲۳]، اکنـون راهگشـا اسـت. ایـن شـرایط بـه عوامـل فرهنگـی، اقتصـادی، محیطـی و سیاسـتی و همچنیـن ظرفیت‌هـای موجـود در نهادهـا یـا افـرادی کـه مـورد هـدف اقدامـات سیاسـتی قـرار دارنـد، بسـتگی دارد. در نهایـت ایـن نکتـه را یـاد آور مـی شـویم از آنجایـی کـه سیاسـت‌های جدیـد نیـاز بـه همـکاری بسـیاری از سـهامداران گوناگـون دارنـد، لذا مشـارکت همـه‌ی ذینفعـان در فرآینـد سیاسـت‌گذاری امـری کلیـدی بشـمار مـی‌رود. در نهایـت، ذکـر نکتـه‌ای دربـاره رهبـری خالـی از لطـف نیسـت. بـا توجـه بـه ضـرورت مقابلـه فـوری بـا چالش‌هـای زیسـت محیطـی، داشـتن یـک رهبـری ضعیـف (بین‌المللـی) و فاقـد شـجاعت لازم اغلـب تأسـف بـر انگیـز اسـت. بـا ایـن حـال، لازم نیسـت رهبـری فقـط از رهبـران جهانـی الگـو بگیـرد، بلکـه می‌توانـد بـه خوبـی از الگوهـای مردمـی و محلـی کـه توسـط انجمن‌هـای مدنـی پـر جنب‌وجـوش و افـراد بسـیار فعـال و متعهـد حمایـت می‌شـوند، نشـات بگیـرد. دیجیتالی‌سـازی، ابزارهـا و فناوری‌هـای لازم را جهـت اتصـال دسـت انـدرکاران مدنـی خُـرد بـا یکدیگـر و همچنیـن بـا دسـت انـدرکاران بخـش خصوصـی بـه ارمغـان آورده اسـت کـه ایـن امـر منبـع ارزشـمند دیگری از دانـش و ظرفیت‌هـای مالـی موردنیـاز را جهـت ایجـاد تغییـرات سیسـتمی فراهـم می‌کنـد. بـر همیـن اسـاس، ایـن دسـت انـدرکاران می‌تواننـد بـه یـک جامعـه جهانـی واقعـی تبدیـل شـوند کـه اشـتراک دانـش و منابـع را به‌عنـوان بلوک‌هـای سـازنده آینـده‌ای پایدارتـر بـرای همـه مـا تسـهیل می‌نماینـد.

اهمیت ترجمه سند PNE برای کشور

اهمیـت توجـه بـه اسـناد تحـول دیجیتـال در حوزه‌هـای مختلـف صنعتـی

به‌خصوص بخش محیط زیست را از چند منظر می‌توان مورد بررسی قرار داد. نخست آنکه اهمیت هدایت نوآوری‌های تکنولوژیکی در افزایش بهره‌وری در کشور ما نیز حائز اهمیت است چرا که در نهایت باعث استفاده کارآمدتر از منابع طبیعی و محافظت از محیط زیست می‌گردد. توسعه صنعتی تأثیرات مستقیم بر روی رشد اقتصادی دارد و در این میان صنایع آلاینده نیز به‌عنوان بخشی از زنجیره صنعتی-اقتصادی دارای ایفای نقش مولد هستند. شناخت عوامل و اجزا در هر مرحله صنعتی به خصوص در صنایع آلاینده می‌تواند به درک صحیحی از شرایط و ارائه طرح‌های بهینه‌سازی و توسعه کیفیت کمک نماید. اهمیت دیجیتالی‌سازی در کشور را می‌توان حداقل از سه منظر محیط زیست (Environment)، جامعه (Social) و اقتصاد (Economy) مورد بررسی قرار داد. میزان سرمایه‌گذاری در توسعه طرح‌های صنعتی با نگاه به پایداری منابع طبیعی و تعداد طرح‌های نوآور با کلیدواژه تجدیدپذیری از جمله در حوزه تأمین و کاهش مصرف انرژی و آب از جمله موضوعات قابل‌بررسی از منظر محیط زیست کشور می‌باشند. ارائه طرح‌هایی که باعث شکل‌گیری مسئولیت اجتماعی نسبت به محیط زیست و منابع طبیعی کشور می‌شوند در دسته جامعه قرار می‌گیرند و تبیین و اجرای طرح‌های توسعه اقتصادی و نظام کسب درآمد با اولویت حفظ منابع طبیعی از جمله بخش‌های منظر اقتصادی اثرات دیجیتالی سازی فرآیندهای کشاورزی و حفاظت از محیط زیست در کشور به شمار می‌روند. با توجه به این دیدگاه که طبیعت و اینترنت جزء کالاهای عمومی جهانی هستند، بنابراین سیستم‌ها و منابع حمایت کننده از آن‌ها باید به‌عنوان مشترکات جهانی اداره شوند تا اطمینان حاصل شود که یکدیگر را تقویت می‌کنند. داده‌های زیست محیطی می‌توانند تصویر دقیق‌تر

و کامل‌تری از وضعیت محیط ارائه دهند که این موضوع می‌تواند در راستای اتخاذ سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های مؤثرتر مورد استفاده قرار گیرد. در این بین، بخش‌های اقتصادی مانند کشاورزی نیز می‌توانند از سیاست‌ها و اقدامات حاصل از تحول دیجیتال سود برند، کشاورزان با هدایت نوآوری‌های تکنولوژیکی می‌توانند بهره‌وری را با استفاده کارآمدتر از منابع طبیعی افزایش دهند. ایجاد یک نظام واحد شفاف و آنلاین پایش و مدیریت محیط زیست و منابع طبیعی کشور با استفاده از ظرفیت‌های فناوری‌های دیجیتال نه تنها باعث افزایش بهره‌وری در مصرف منابعی نظیر آب می‌گردد، بلکه با افزایش جنبه مانیتورینگ زنجیره تولید تا توزیع محصولات و خدمات، ضریب سطح دسترسی عادلانه را نیز افزایش می‌دهد. کشور ایران در ۱۰ سال آینده حداقل از دو منظر مدیریت تنش‌های آبی و مدیریت بهینه منابع طبیعی نیازمند توجه جدی به بهره‌گیری از ظرفیت‌های فناوری‌های نوین در سطوح مختلف راهبردی و تاکتیکی می‌باشد. موضوعی که اهمیت بررسی اسناد موفق به کار گرفته شده در سطح بین‌الملل و الگوگیری و بومی‌سازی مطابق با نیازها، چالش‌ها و پیش‌زمینه‌های ملی را دو چندان می‌سازد.

منابع

[1] IPCC. Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press; 2021.
[2] Lange S, Santarius T. Smarte grüne Welt?: Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit. München: oekom verlag; 201 8.
[3] International Energy Agency. Digitalization and Energy; 201 7.
[4] Bordage F. The Environmental Footprint of the Digital World; 201 9.
[5] Andrae A, Edler T. On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. Challenges 201 5;6(1):11 7–57. doi:1 0.3390/challe6010117.Available-
from:<https://giswatch.org/sites/default/files
gisw2020-th-cireco.pdf>.
[6] Forti, Vanessa, Baldé, Cornelis P., Kuehr R, Bel G. The Global E-Waste Monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential. Bonn/Geneva/Rotterdam;2020.
[7] Barbier EB. The Concept of Sustainable Economic Development. Environmental Conservation 1987;14(2):1 01–10.Available from: <http://www.-
jstor.org/stable/4451 9759>.
[8] Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives: OECD; 201 9.

[9] Mergel I, Edelmann N, Haug N. Defining digital transformation: Results from expert interviews. Government Information Quarterly 201 9;36(4):1 01 385.doi:10.1016/j.giq.2019.06.002. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X1 83041 31 >.
[10] Cordella A, Paletti A. ICTs and value creation in public sector: Manufacturing logic vs service logic. IP 201 8;23(2):1 25–41 . doi:1 0.3233/IP-1 70061 . Available from: <https://content.iospress.com/articles/information-polity/ip170061>.
[11] Bannister F, Connolly R. ICT, public values and transformative government:A framework and programme for research. Government Information Quarterly 201 4;31 (1):11 9–28. doi:1 0.1 01 6/j.giq.201 3.06.002. Available from:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X130011 84>.
[12] Purvis B, Mao Y, Robinson D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. Sustain Sci 201 9;1 4(3):681 –95. doi:1 0.1 007/s11 625-01 8-0627-5.Available from: <https://link.springer.com/article/1 0.1 007/s11 625-018-0627-5>.
[13] Edmund A. Spindler. The History of Sustainability The Origins and Effects of a Popular Concept. In: Sustainability in Tourism; 201 3, p. 9–31 .83

[14] Meadows DH, Meadows D, Randers J, Behrens W, Club of Rome. The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. NewYork: Universe Books; 1 972.
[15] Passell,Marc, ByPeter. The Limits to Growth. The New York Times 1 972, 2 April1 972. Available from: <https://www.nytimes.com/1 972/04/02/archives/the-limits-to-growth-a-report-for-the-clubof-romesproject-on-the.html>.[December23,2021].
[16] Lomborg B, Rubin O. The Dustbin of History: Limits to Growth. Foreign Policy 2009, 9 November 2009. Available from: <https: //foreignpolicy.com/ 2009/ 11/ 09 /the-dustbin-of-history-limits-to growth/ >.[-December23,2021].
[17] Turner GM. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. Global environmental change human and policy dimensions 2008;1 8(3):397–411.-doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.05.001.Available-from:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378008000435>.
[18] World Commission on Environment and Development. Our Common Future: Reportof the World Commission on Environment and Development. Available from: < https: // sustainable development. un. org/ content/ documents/ 5987 our common - future. pdf.

[19] United Nations (ed.). Resolution adopted by the General Assembly on 1 6 September 2005: 60/1 .2005 World Summit Outcome; 2005.
[20] UNDP. Sustainable Development Goals. Available from: < https:// www. undp. Org / sustainable – development -goals>.
[21] Goodland R. The Concept of Environmental Sustainability. Annual Review of Ecology and Systematics 1 995;26:1 –24. Available from: <http://www.-jstor.org/stable/20971 96>
[22] Encyclopedia Britannica. environmental policy | History, Concepts, Instruments, & Examples. Available from: <https:// www. britannica. com/ topic/ environmental-policy>.
[23] Cocklin C. Environmental Policy. In: Kitchin R, Thrift N, editors. International Encyclopedia of Human Geography. Oxford: Elsevier; 2009, p. 540–545.
[24] Korab-Karpowicz WJ. The United Citizens Organization: Public-private partnerships in global governance; 2020.
[25] Circular Tech. Module 1 0: An introduction to environmental rights as an advocacy framework. Available from: <https://circulartech.apc.org/-books/a-guide-to-the-circular-economy-of-digital-devices/page/module-1 0-an-introduction-to-environmental-rights-as-an-advocacy-framework>.

[26] Kaul I. Providing global public goods managing globalization. Oxford: Oxford Univ. Press; 2004. Available from: <http:// worldcatlibraries.org/ wcpa/oclc/1 77339632>.
[27] United Nations. Secretary-General's Roadmap for Digital Cooperation; 2020.84.
[28] Raworth K. A Safe and Just Space for Humanity: Can we live within the doughnut?Available from: <https://www-cdn.oxfam.org/s3fs public/file_attachments/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-1 3021 2-en_5.pdf>.
[29] Stoker G. Governance as theory: five propositions. International Social Science Journal 201 8;68(227-228):1 5–24. doi:1 0.1111 /issj.1 21 89.
[30] Coenen, Frans H. J. M., Huitema D, O'Toole LJ. Participation and Environment. In:Coenen, Frans H. J. M., Huitema D, O'Toole LJ, editors. Participation and the Quality of Environmental Decision Making. Dordrecht: Springer Netherlands; 1 998, p. 1 –20.
[31] Kuntze L, Fesenfeld LP. Citizen assemblies can enhance political feasibility of ambitious climate policies; 2021
[32] Mazzucato M. Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism. London:Allen Lane an imprint of Penguin Books; 2021 .

[33] Clark WC, Harley AG. Sustainability Science: Toward a Synthesis. Annu. Rev.Environ. Resour. 2020;45(1):331 –86. doi:1 0.11 46/annurev-environ-01 2420-043621
[34] Statista. Number of mobile devices worldwide 2020-2025. Available from:<https://www.statista.com/statistics/245501 /multiple-mobile-device-ownership-worldwide/>.
[35] Microsoft Garage. FarmBeats. Available from:< https:// www. microsoft. com/ en-us/garage/wall-of-fame/farmbeats/>.
[36] Kranert M, Baron M, Behnsen A, Bidlingmaier W, Cimatoribus C, Clauß D et al.Einführung in die Kreislaufwirtschaft: Planung - Recht Verfahren / Martin Kranert,Mechthild Baron, Andreas Behnsen, Werner Bidlingmaier, Carla Cimatoribus, DetlefClauß, Heinz-Josef Dornbusch, Katherina Eckstein, Nicolas Escalante, Martin Faulstich,Alexander Feil, Klaus Fischer, Sabine Flamme, Anna Fritzsche, Bernhard Gallenkemper,Gerold Hafner, Kai Hillebrecht, Julia Hobohm, Hans-Dieter Huber, Martin Kranert, KerstinKuchta, Paul Laufs, Thomas Pretz, Martin Reiser, Gerhard Rettenberger, ManfredSantjer, Jan Henning Seelig, Helmut Seifert, Erwin Thomanetz, Jürgen Vehlow, TorstenZeller. Wiesbaden: Springer Vieweg; 201 7.

[37] APC. Global Information Society Watch 2020: Technology, the Environment and a Sustainable World: Responses from the Global South.
[38] European Commission. A new Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels; 2020. 85.
[39] International Energy Agency. Data Centres and Data Transmission Networks – Analysis. Available from: <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>.
[40] Jones N. How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. Nature 201 8;561 (7722):1 63–6. doi:1 0.1 038/d41 586-01 8-0661 0-y. Available from: <https://www.nature.com/articles/d41 586-01 8-0661 0-y>.
[41] Digital economy growth and mineral resources: implications for developing countries.Available from:<https://unctad.org/system/files/official-document/tn_unctad_ict4d1 6_en.pdf>.
[42] Oberle B, Bringezu S, Hatfield-Dodds S. Global Resources Outlook 201 9: Natural Resources for the Future We Want.

[43] Krausmann F, Lauk C, Haas W, Wiedenhofer D. From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1 900-201 5; 201 8.
[44] Optoro. Returns Report: Powering Resilient Retail in 2020; 2021 .
[45] Howard AJ, Baron Z, Kaplan K. Transformation of an Industry: A History of Energy Efficiency in Televisions. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings 201 2. Available from: <https: //www.aceee.org/files/proceedings/201 2/data/papers/01 93-000292.pdf>.
[46] Łucja Waligóra. The problem of energy efficiency, known as the Jevons paradox. undefined 201 9. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-problem-of-energy-efficiency%2C-known-as-the-Walig%C3%B3ra/b21 d82721 9065c33467ae0082c1 f86fbf44a0791 >
[47] Wilkinson MD, Dumontier M, Aalbersberg IJJ, Appleton G, Axton M, Baak A et al.The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Scientific data 201 6;3:1 6001 8. doi:1 0.1 038/sdata.201 6.1 8. Available from: <https://www.nature.com/articles/sdata201 61 8.pdf>.

[48] Research Data Alliance International Indigenous Data Sovereignty Interest Group.CARE Principles for Indigenous Data Governance; 201 9.
[49] Carroll SR, Herczog E, Hudson M, Russell K, Stall S. Operationalizing the CARE and FAIR Principles for Indigenous data futures. Sci Data 2021 ;8(1):1 08. doi:1 0.1 038/s41 597-021 -00892-0. Available from: <https: //www. nature. com/articles/s41 597-021 -00892-0>.
[50] European Commission. Aarhus Convention. Available from: <https://ec.europa.eu/environment/aarhus/>.86.
[51] United Nations. Escazu Agreement: Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean. Available from: <https:// www. cepal. Org / en/escazuagreement>.
[52] Mosconi G, Li Q, Randall D, Karasti H, Tolmie P, Barutzky J et al. Three Gaps in Opening Science. Comput Supported Coop Work 201 9;28(3-4):749–89.-doi:1 0.1 007/s1 0606-01 9-09354-z. Available from: <https: //link. springer. com/content/pdf/1 0.1 007/s1 0606-01 9-09354-z.pdf>.
[53] Oliver JL, Brereton M, Watson DM, Roe P. Listening to Save Wildlife. In: Harrison S, Bardzell S, Neustaedter C, Tatar D, editors. Proceedings of the 201

9 on Designing Interactive Systems Conference. New York, NY, USA: ACM; 061 8201 9, p. 1 335–1 348.
[54] Oliver JL, Brereton M, Turkay S, Watson DM, Roe P. Exploration of Aural & Visual Media About Birds Informs Lessons for Citizen Science Design. In: Wakkary R, Andersen K, Odom W, Desjardins A, Petersen MG, editors. Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference. New York, NY, USA: ACM; 07032020, p.1 687–1 700.
[55] Lahoz-Monfort JJ, Chadès I, Davies A, Fegraus E, Game E, Guillera-Arroita G et al.A Call for International Leadership and Coordination to Realize the Potential of Conservation Technology. BioScience 201 9;69(1 0):823–32. doi:1 0.1 093/biosci/biz090.
[56] OS-Climate. OS-Climate at COP26. Available from: <https://os-climate.org/>.
[57] Digital Public Goods Alliance. DPG Registry. Available from:
<https://digitalpublicgoods.net/registry/>.
[58] Our World in Data. Our World in Data. Available from:
<https://ourworldindata.org/about>.
[59] CODES. A Digital Planet for Sustainability: In support of the UN Secretary General's Roadmpa on Digital

Cooperation. Draft Version; 2021
[60] Global Partnership for Sustainable Development Data. Global Partnership for Sustainable Development Data. Available from: <https://www.data4sdgs.org/>.
[61] UNEP. World Environment Situation Room: Data, Information and Knowledge on the Environment. Available from: <https://data.unep.org/>.
[62] African Development Bank Group. Environment and Climate Change Data Portal:Data Repository. Available from: <https:// africaclimate. opendataforafrica.org/>.
[63] Collaboratory for Indigenous Data Governance. Collaboratory for Indigenous Data Governance: Research, Policy, and Practice for Indigenous Data Sovereignty. Available from: <https://indigenousdatalab.org/>.
[64] The Datasphere. Datasphere Initiative. Available from:< https:// www.thedatasphere.org/>.87.
[65] Ceccaroni L, Bibby J, Roger E, Flemons P, Michael K, Fagan L et al. Opportunities and Risks for Citizen Science in the Age of Artificial Intelligence. Citizen Science: Theory and Practice 201 9;4(1). doi:1 0.5334/cstp.241 . Available from: <https: //theoryandpractice. citizenscienceassociation. org/articles/ 1 0.5334/cstp.241 />.

[66] UNESCO. UNESCO Recommendation on Open Science; 2021 . Available from:<https://en.unesco.org/-science-sustainable-fu-ture/open-science/recommendation>.[December 22, 2021].
[67] Fritz S, See L, Carlson T, Haklay M, Oliver JL, Fraisl D et al. Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. Nat Sustain 201 9;2(1 0):922–30.doi:1 0.1 038/s41 893-01 9-0390-3. Available from:<https://www.nature.com/articles/s41 893-01 9-0390-3.pdf>.
[68] Fraisl D, Campbell J, See L, Wehn U, Wardlaw J, Gold M et al. Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals. Sustain Sci 2020;1 5(6):1 735–51 . doi:1 0.1 007/s11 625-020-00833-7. Available from: <https://unece.org/sites/default/files/2021 -08/ECE_MP.PP_2021 _20_E.pdf>.
[69] UNECE. Content of the Convention. Available from:<https://unece.org/environment-policy/public-par-ticipation/aarhus-convention/content>.
[70] United Nations. Our Common Agenda: Report of the Secretary-General. New York; 2021 .
[71] UNEP. Third Global Session of the UN Science

[72] United Nations Economic Commission for Africa (ed.). Climate Research for Development in Africa (CR4D) Side-Event: Highlight Research Outputs from the CR4D Postdoc Fellowship; 2021.
[73] United Nations. Food Systems Summit 2021. Available from: <https://www.un.org/en/food-systems-summit/about>.
[74] CIAT. Sustainable Food Systems. 201 7. Available from: https://ciat.cgiar.org/about/strategy/sustainable-food-systems/
[75] United Nations Treaty Collection. 3. International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. Available from:<https: //treaties. un. org/ Pages/ View Details.aspx?src=IND&mtdsg_no=IV-3&chapter=4>.
[76] UN DESA. International Decade for Action 'Water for Life' 2005-201 5. Available from: < https: // www. un. org/ water for life decade/ human_right_to_water. shtml>.
[77] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. In Brief to The State of Food Security and Nutrition in the World 2021 : Transforming Food Systems for Food Security, Improved 88 Nutrition and Affordable Healthy Diets for All. Rome: FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO.
[78] WHO. Drinking-water: Key facts. Available from:

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
[79] FAO. FAO STAT: Emissions shares. Available from: <https: // www. fao. org/ faostat/ en/#data/EM/visualize>.
[80] Tubiello FN, Karl K, Flammini A, Gütschow J, Obli-Layrea G, Conchedda G et al. Pre- and post-production processes along supply chains increasingly dominate GHG emissions from agri-food systems globally and in most countries. Earth System Science Data Discussions 2021 :1 –24. doi:1 0.51 94/essd-2021 -389. Available from:<https://essd.copernicus.org/preprints/essd-2021 -389/>.
[81] Crippa M, Solazzo E, Guizzardi D, Monforti-Ferrario F, Tubiello FN, Leip A. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. Nat Food 2021 ;2(3):1 98–209. doi:1 0.1 038/s4301 6-021 -00225-9. Available from: <https://www.nature.com/articles/s4301 6-021 -00225-9>.
[82] UNEP. Global Environment Outlook 6; 201 9.
[83] United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). The United Nations World Water Development Report 201 7: Wastewater: The Untapped Resource. Paris: Unesco; 201 7.

[84] Boretti A, Rosa L. Reassessing the projections of the World Water Development Report. npj Clean Water 201 9;2(1):1 –6. doi:1 0.1 038/s41 545-01 9-0039-9. Available from:<https://www.nature.com/articles/s41 545-01 9-0039-9>.
[85] Downs SM, Fox EL. Uneven decline in food system inequality. Nat Food 2021; 2(3):1 41 –2. doi: 1 0.1 038/s4301 6-021 -00247-3. Available from: <https://www.nature.com/articles/s4301 6-021 -00247-3.pdf>.
[86] 2020 Global Nutrition Report. Action on equity to end malnutrition. Bristol, UK; 2021 .
[87] Barrett CB, Benton TG, Cooper KA, Fanzo J, Gandhi R, Herrero M et al. Bundling innovations to transform agri-food systems. Nat Sustain 2020;3(1 2):974–6.doi:10.1038/s41893-020-00661-8.Available from:<https://www.nature.com/articles/s41 893-020-00661 -8.pdf>.
[88] Asseng S, Palm CA, Anderson JL, Fresco L, Sanchez PA, Asche F et al. Implications of new technologies for future food supply systems. J. Agric. Sci. 2021; 159(5-6):315–9.doi:1 0.1 01 7/ S0021 859621 000836. Available from: <https://www.cambridge.org/core/services/ aop-cambridge core/ content/ view/ 55181A3B0

B5248767BF88C4D33457E89/ S0021 859621 000836a.pdf/ implications-of-new-technologies-for-future-food-supply systems.pdf>.89.
[89] Herrero M, Thornton PK, Mason-D'Croz D, Palmer J, Benton TG, BodirskyBL et al. Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. Nat Food 2020;1 (5):266–72. doi:1 0.1 038/s4301 6-020-0074-1 . Available from: <https://www.nature.com/articles/s4301 6-020-0074-1 >.
[90] G20 Research Group. G20 Meetings of Agriculture Ministers. Available from:<http://www.g20.utoronto.ca/agriculture/>.
[91] Federal Ministry of Food and Agriculture. Global Forum for Food and Agriculture 201 9: Agriculture Goes Digital - Smart Solutions for Future Farming. Summary of the Results; 201 9.
[92] FAO. Realizing the Potential of Digitalization to Improve the Agri-Food System: Proposing a New International Digital Council for Food and Agriculture. A Concept Note. Rome; 2020.
[93] FAO. International Platform for Digital Food and Agriculture can bring huge benefits to the sector, high-level panel says. Available from: <https://www.-fao.org/news/story/en/item/1 338985/icode/>.

[94] Barrett CB, Benton TG, Cooper KA, Fanzo J, Gandhi R, Herrero M et al. Bundling innovations to transform agri-food systems. Nat Sustain 2020; 3(1 2): 974–6. doi: 10.1038/ s41 893-020-00661 -8. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41 893-020-00661 -8>.
[95] FAO. Water for Sustainable Food and Agriculture: A Report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome; 201 7.
[96] Campbell, Amanda, Woodley, Nathan. Opinion: Satellites as a powerful tool in managing global land use. Devex 2021 , 26 November 2021 . Available from: <https://www.devex.com/news/sponsored/opinion-satellites-as-a-powerful-tool-in-managi ng-global-land-use-1 01 950>. [December 23, 2021].
[97] Johnson K. Satellite Data Aids Rapid Response, Food Security for Kenya's Farmers. Available from: <https://agrilinks.org/post/satellite-data-aids-rapid-response-food-security-kenyas-farmers>.
[98] Carbon Brief. Mapped: How climate change affects extreme weather around theworld. Carbon Brief 2021, 25 February 2021. Available from: <https://www.-carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world>. [December 23, 2021].

[99] Hamdi M, Rehman A, Alghamdi A, Nizamani MA, Missen MMS, Memon MA. Internet of Things (IoT) Based Water Irrigation System. International Journal of Online & Biomedical Engineering 2021; 1 7(5):69–80. 90.
[100] N. Kedia. Water quality monitoring for rural areas- a Sensor Cloud based economical project. In: 201 5 1 st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT); 201 5, p. 50–54.
[101] Broering A, Niedermeier C, Olaru I, Schopp U, Telschig K, Villnow M. Toward Embodied Intelligence: Smart Things on the Rise. Computer 2021 54(7):57–68. doi: 1 0.11 09/MC.2021 .3074749.
[102] Stankovic M, Hasanbeigi A, Neftenov N. Use of 4IR Technologies in Water and Santitation in Latin America and the Caribbean: Technical Note IDB-TN-1 91 0; 2020.
[103] DPRI. Wadi Flash Floods: Challenges and Advanced Approaches for Disaster Risk Reduction. Kyoto; 2021 .
[104] Ward PJ, Ruiter MC de, Mård J, Schröter K, van Loon A, Veldkamp T et al. The need to integrate flood and drought disaster risk reduction strategies. Water

Security 2020; 11 :1 00070. doi: 1 0.1 01
6/j.wasec.2020.1 00070. Available from: <https://www.-
sciencedirect.com/science/article/pii/S246831
24203001 09>.
[105] De A, Upadhyaya DB, Thiyaku S, Tomer SK.
Use of Multi-sensor Satellite Remote Sensing Data for
Flood and Drought Monitoring and Mapping in India.
In: Kolathayar S, Pal I, Chian SC, Mondal A, editors.
Civil Engineering for Disaster Risk Reduction. Singa-
pore: Springer Singapore; 2022, p. 27–41 .
[106] Fasihi S, Lim WZ, Wu W, Proverbs D. Systemat-
ic Review of Flood and Drought Literature Based on
Science Mapping and Content Analysis. Water 2021;
1 3 (19): 2788. doi: 1 0.3390/w1 31 92788. Available
from:<https://www.mdpi.com/2073-4441 /1 3/1
9/2788>.
[107] 4FLUID. Soluções 4Fluid – Stattus4. Available
from:< https: // stattus4.com/solucoes-4fluid/>.
[108] Our World in Data. Agriculture value added per
worker. Available from: <https: // our world in data. Org
/ grapher / agriculture - value - added - per –worker -
wdi? tab= chart & country = OW-
ID_WRL~CHN~IND~IDN~BEN~BWA~MWI~CM-
R~NER~NGA>.
[109] UNEP. UNEP Food Waste Index Report 2021; 2021 .

[109] UNEP. UNEP Food Waste Index Report 2021; 2021 .
[110] Nguyen H. Sustainable food systems: Concept and framework.
[111] Joint Working Party on Agriculture and Trade. Digital opportunities for trade in agriculture and food sectors; 201 9.
[112] World Bank. World Development Report 201 6: Digital Dividends. Available from: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr201 6>.
[113] Trendov N, Varas S, Zeng M. DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE AND RURAL AREAS: BRIEFING PAPER. Rome; 201 9.
[114] Baumüller H. Assessing the Role of Mobile Phones in Offering Price Information and Market Linkages: The Case of M-Farm in Kenya; 201 5.91.
[115] Rezaei M, Liu B. Food Loss and Waste in the Food Supply Chain. Nutfruit 201 7.
[116] Rejeb A, Keogh JG, Zailani S, Treiblmaier H, Rejeb K. Blockchain Technology in the Food Industry: A Review of Potentials, Challenges and Future Research Directions. Logistics 2020; 4(4): 27. doi: 1 0.3390/logistics 4040027. Available from: <https://www.mdpi.com/2305-6290/4/4/27/htm>.

[117] TraceX. How Olam used traceability for sustainable rice production. Available from: <https:// tracextech. com/ how-olam-used-traceability-for-sustainable-rice-production/>.
[118] Ritesh K. Digital Risks In 2021. Forbes 2021, 1 8 February 2021. Available from:<https://www.-forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021 /02/1 8/digital-risks-in-2021 /? sh=40a68bda4fef>. [December 23, 2021].
[119] Cybersecurity and Infrastructure Security Agency. Building a More Resilient ICT Supply Chain: Lessons Learned During the Covid-1 9 Pandemic; 2020.
[120] Homeland Security. NCCIC/ICS-CERT Year in Review: National Cybersecurity and Communications Integration Center/ Industrial Control Systems Cyber Emergency esponse Team; 201 5.
[121] Hassanzadeh A, Rasekh A, Galelli S, Aghashahi M, Taormina R, Ostfeld A et al. A Review of Cybersecurity Incidents in the Water Sector. Journal of Environmental Engineering (United States) 2020; 1 46(5):31 20003. doi: 1 0.1 061 / (ASCE) EE.1943-7870.0001686. Available from: <https://scholars. houston methodist. org/en/publications/a-review-of-cybersecurity-incidents-in-the-water-sector>.

[122] Marshall D. Abrams, Joe Weiss. Malicious Control System Cyber Security Attack Case Study: Maroochy Water Services, Australia. Available from: <https://www.mitre.org/publications/technical-papers/malicious-control-system-cyber-security-attack-case-study-maroochy-water-services-australia>.
[123] van der Linden D, Michalec OA, Zamansky A. Cybersecurity for Smart Farming: Socio-Cultural Context Matters. IEEE Technol. Soc. Mag. 2020; 39 (4): 28–35. doi: 10.1109/ MTS. 2020. 3031844. Available from: < https://research-information.bris.ac.uk/en/publications/cybersecurity-for-smart-farming-socio-cultural-context-matters>.
[124] Mehrabi Z, McDowell MJ, Ricciardi V, Levers C, Martinez JD, Mehrabi N et al. The global divide in data-driven farming. Nat Sustain 2021; 4(2):1 54–60. doi:1 0.1 038/s41 893-020-00631 -0. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41 893-020-00631 -0>.
[125] ITU. L.1 024 The potential impact of selling services instead of equipment on waste creation and the environment - Effects on global information and communication

technology. Available from: <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1 024-2021 01 -I/en>.92.
[126] Freitag C, Berners-Lee M, Widdicks K, Knowles B, Blair GS, Friday A. The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. Patterns 2021; 2(9): 100340. doi: 1 0.1 01 6/j.patter. 2021.100340. Available from: <https:// www. Science direct.com/ science/ article/ pii/ S2666389921001 884>.
[127] Gardner TA, Benzie M, Börner J, Dawkins E, Fick S, Garrett R et al. Transparency and sustainability in global commodity supply chains. World Development 201 9;1 21 :1 63–77. doi:1 0.1 01 6/j.worlddev.201 8.05.025. Available from: <https:// www. Science direct. com/ science/ article/ pii/ S0305750X1 8301 736>.
[128] Economic Commission for Europe. Recommendation No. 46: Enhancing Traceability and Transparency of Sustainable Value Chains in the Garment and Footwear Sector. Geneva; 2021 .
[129] OECD. OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas: Third Edition. Paris; 201 6.
[130] Notiziario Tecnico.5G & Supply Chain.Available

from:< https:// www. Grup potim. it/ content/ tiportal/ it/ notiziariotecnico/ edizioni 2020/ n-3-2020/ 7-5G-Verticals-Abilitatori-Package/ approfondimenti-1.html>.
[131] Gartner. Gartner Survey Shows 70% of Supply Chain Leaders Plan to Invest in theCircular Economy: Only a Minority Link Their Digital and Circular Economy Strategies. Available from:< https: // www. gartner. com/ en/ news room/ press releases/2020-02-26-gartner-survey-shows-70--of-supply-chain-leaders-plan>.
[132] Ellen MacArthur Foundation. Climate and a circular economy. Available from:<https:// ellenmacarthurfoundation.org/topics/climate/overview>.
[133] Oates W, Portney PR. The political economy of environmental policy; 2003.
[134] Mott G, Razo C, Hamwey R. Carbon emissions anywhere threaten development everywhere. Available from: <https://unctad.org/news/carbon-emissions-anywhere-threaten-development everywhere>.
[135] Barbera P. Social Media, Echo Chambers, and Political Polarization. In: Persily N, Tucker JA, editors. Social Media and Democracy: The State of the Field, Prospects for Reform: Cambridge University Press; 2020, p. 34–55.
[136] Hall N. Transnational Advocacy in the Digital

Era: Oxford University Press; for thcoming.
[137] Kirchgässner G, Schneider F. On the Political Economy of Environmental Policy. Public Choice 2003; 115(3/4): 369–96. doi: 10.1 23/ A:1024289627887. Available from:< https:// link. springer. com/ article/ 10.1 023/ A:1 024289627887>.

csri.majazi.ir

حوزه فضای مجازی به اندازه انقلاب اسلامی اهمیت دارد. این فضا مثل یک رودخانه پر از آب و خروشان است که می آید و دائماً هم بر آب آن افزوده و خروشان تر می شود. اگر ما بر این رودخانه تدبیر کنیم و برنامه داشته باشیم، زه‌کشی کنیم و هدایت کنیم این رودخانه را تا به سد بریزد، می‌شود فرصت. اگر رهایش کنیم و برنامه‌ای برای آن نداشته باشیم می‌شود یک تهدید.

csri.majazi.ir