POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

تحقق اهداف توسعه پایدار به وسیله سیستم‌های رباتیکی و خودکار

چکیده

علم رباتیک و سیستم‌های خودکار در حال تغییر شکل جهان، تغییر مراقبت‌های بهداشتی و سلامتی، تولید غذا و مدیریت تنوع زیستی هستند. در این حین که آن‌ها نقشی اساسی در تحقق اهداف توسعه پایدار سازمان ملل ایفا خواهند نمود، اما هنوز فرصت‌ها و تهدیدهای مرتبط با آن‌ها در نظر گرفته نشده است. نویسندگان این مقاله، به بررسی افق تأثیرات رباتیک و سیستم‌های خودگرادن بر تمام اهداف توسعه پایدار پرداخته و با مشارکت ۱۰۲ متخصص از سراسر جهان، گزارشی را ارائه نموده‌اند. علم رباتیک و سیستم‌های خودگردان احتمالا نحوه دستیابی به اهداف توسعه پایدار را از طریق روش‌های جایگزینی و حمایت از فعالیت‌های انسانی، تقویت نوآوری، افزایش دسترسی از راه دور و بهبود نظارت، تغییر می‌دهند. تهدیدهای نوظهور وابسته به تقویت نابرابری‌ها، تشدید تغییرات محیطی، انحراف منابع از راه حل‌های سعی و خطا شده و کاهش آزادی و حریم خصوصی از طریق نظارت ناعادلانه است. اگرچه پیش‌بینی تأثیرات آینده علم رباتیک و سیستم‌های خودگردان بر اهداف توسعه پایدار دشوار است، بررسی جامع پیشرفت‌های فناوری برای جلوگیری از پیشامدهای زیان‌آور ناخواسته عاملی حیاتی است. علاوه بر این، علم رباتیک و سیستم‌های خودمختار باید به وضوح هنگام توسعه تکرارهای آینده اهداف توسعه پایدار در نظر گرفته شوند تا از معکوس کردن پیشرفت یا تشدید اختلافات جلوگیری شود.

کلیدواژه‌ها: رباتیک، سیستم‌های خودکار، توسعه پایدار، فناوری دیجیتال

اهداف توسعه پایدار[1] (SDGs) به عنوان "برنامه‌ای عملی برای مردم، سیاره و رفاه" و مورد توافق بین‌المللی تدوین شد. ۱۷ آرمان (شکل ۱) و ۱۶۹ هدف طیف وسیعی از ایده‌ها، من جمله پایان دادن به فقر و بهبود بهداشت آب تا ترویج صلح، عدالت و نهادهای توانمند را پوشش می‌دهند. بسیاری از اهداف با امکان منافع مشترک به هم مرتبط هستند، اما قابلیت برای معاوضه نیز وجود دارد، به‌طوری که پیشرفت به سمت یک SDG ممکن است مانع پیشرفت به سمت دیگری شود. تحقق اهداف توسعه پایدار نیازمند سرمایه گذاری در سراسر جامعه است که اقدامات رهبری شده توسط دولت، جامعه مدنی و بخش خصوصی را با هم ترکیب می‌نماید. از اوایل سال ۲۰۲۰، پیشرفت ناکافی در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ صورت گرفته بود. برای مثال، اقداماتی برای کاهش نابرابری‌ها در درون و میان کشورها، کاهش گرسنگی یا کاهش

[1] Sustainable development goals

انتشار کربن مورد نیاز بود. همه‌گیری ویروس کرونا برخی از پیشرفت‌های قبلی را نیز متوقف نموده است، به‌عنوان مثال، ۱۲۴ میلیون نفر دیگر را به سمت فقر سوق داده و نابرابری‌های بهداشتی را تشدید نموده است.

پیشرفت‌های تکنولوژیکی نحوه عملکرد اقتصادها و نحوه ارتباط افراد، جامعه و محیط‌ها را به غایت دست خوش تغییر نموده است. نوآوری مهمی، ظهور علم رباتیک و سیستم‌های خودکار[1] (RAS) است که توانایی حس، تجزیه و تحلیل، تعامل و دستکاری محیط فیزیکی خود را با حداقل مداخله انسانی دارند. در سطح جهانی، پیش‌بینی می‌شود که RAS توسط ۶۰٪ شرکت‌ها تا سال ۲۰۲۵ تصویب شود. انتظار می‌رود استقرار آن‌ها فرآیندهای تصمیم‌گیری و نحوه تعامل انسان‌ها با یکدیگر، دولت‌ها و محیط‌زیست را تغییر دهد.

تجهیز فناوری دیجیتال، مانند RAS، می تواند به‌طور قابل توجهی دستیابی به SDGs را تسهیل نماید. مثلاً، هوش مصنوعی این توانایی را دارد که از طریق راه‌کارهایی مانند حمایت از بهره‌وری منابع در شهرهای هوشمند و بهتر نمودن مدل‌سازی اثرات تغییرات آب و هوا، ۱۳۴ هدف SDG را از بین همه SDGs فراهم نماید. SDG می‌تواند توسط هوش مصنوعی با ۵۹ هدف تأثیر گرفته، به ویژه اهدافی که بر فقر، آموزش و نابرابری متمرکز هستند، مهار گردد. اطلاعات محدودی که در مورد اینکه چگونه RAS ممکن است بر SDGs تأثیر بگذارد، بر روی SDGs منحصر به فرد، متمرکز است. تأثیرات مثبت شامل این است که چطور RAS می‌تواند سلامت را از طریق بهبود روش‌های جراحی و مراقبت‌های پرستاری یکپارچه بهبود بخشد، کشاورزی را از طریق تغییرات در شیوه‌های کنترل علف‌های هرز تغییر دهد و به محافظت از تنوع زیستی از طریق کنترل گونه‌های مهاجم بپردازد. همچنین پیرامون این که چگونه RAS می‌تواند بازار کار را تغییر دهد، با جایگزینی مستقیم اجزای زنده طبیعت، مانند گرده افشان‌ها، آلودگی و ضایعات را تحت تأثیر قرار دهد و برای حفاظت از تنوع زیستی مضر باشد و این که در صورت اجرای بیش از حد گسترده، انتشار کربن ناشی از حمل و نقل را افزایش دهد، نگرانی‌هایی وجود دارد. علاوه بر این، ما هیچ درک سیستماتیکی نداریم که چگونه RAS ممکن است بر جامعه و محیط زیست تأثیر بگذارد و چگونه ممکن است به عنوان یک کلیت ارائه SDGs، آسان‌تر کند یا مانع شود. در واقع، طرح‌هایی که به SDGs می‌پردازند قدرت توانایی RAS را در نظر می‌گیرند که در عوض با توجه کمی به SDGs، توسعه پیدا می‌کنند.

در اینجا نویسندگان مقاله یافته‌های افق بررسی[2] آنلاینی را برای ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدهای کلیدی آینده مرتبط با RAS در رابطه با همه SDGs، و همچنین توانایی در منافع مشترک و سازش میان SDGs متفاوت مرتبط با اجرای RAS گزارش می‌نمایند. افق بررسی برای پر کردن شکاف‌های دانش در مفهوم پژوهشی مرسوم انجام نمی‌شود، بلکه برای جستجوی روندها و پیشرفت‌های نوظهور با هدف تقویت نوآوری و تسهیل پاسخ‌های فعال توسط محققان، مدیران، سیاست گذاران و سایر ذینفعان استفاده می‌شود. با استفاده از یک نظرسنجی ساختار یافته و تکراری (شکل ۲)، که برای دربرداشتن طیف وسیعی از شرکت‌کنندگان و

[1] Robotics and automatic systems

[2] Horizon scan: تحلیلی سیستماتیک از تهدیدات و فرصت‌های بالقوه و احتمال توسعه‌های آتی

دیدگاه‌های مختلف طراحی شده است، نویسندگان به طور سیستماتیک دانش ۱۰۲ متخصص را مقایسه و ترکیب نمودند. کارشناسان در ۲۳ کشور مستقر بودند و تخصص تحقیقاتی ترکیبی آن‌ها از نظر وسعت در مقیاس جهانی بود.

نتایج و بحث

از طریق تجزیه و تحلیل محتوای پرسشنامه‌ای آنلاین (۱۰۲ شرکت کننده)، ترکیب گروهی و محتوای کارگاه (۴۴ شرکت کننده)، پنج فرصت کلیدی و چهار تهدید کلیدی (شکل ۳) شناسایی گردید که باید در هنگام توسعه، به‌کارگیری و مدیریت RAS، با توجه به رسیدن یا جلوگیری از دستیابی به SDGs در نظر گرفته شوند. سپس، بر اساس مقیاس لیکرت[1]، تأثیر مثبت و منفی RAS بر هر SDG و همچنین عدم قطعیت‌های مرتبط سنجیده شد.

فرصت‌های کلیدی در برآورده کردن SDGs با استفاده از RAS. دو مورد از فرصت‌ها بر این نکته تأکید دارند که RAS چگونه می‌تواند (۱) جایگزین گردد یا (۲) از فعالیت‌های انسانی در حوزه‌های کاری، خصوصی و عمومی حمایت نماید. RAS همچنین به نظر می‌رسد قابلیت‌هایی برای (۳) تقویت نوآوری با سرعت بخشیدن به تحقیق و توسعه، (۴) افزایش دسترسی با تغییر سیستم‌های حمل و نقل و امکان دسترسی ایمن‌تر به مناطق دور افتاده و (۵) نظارت را برای حمایت و اطلاع رسانی و تصمیم‌گیری بهبود ببخشد.

پنجاه و هشت درصد از شرکت کنندگان خاطر نشان کردند که وظایفی که محیط و طبیعت ساخته شده را منتقل می‌نماید، می‌تواند به SDGs تحت پوشش تجربه آن‌ها کمک کند، که بر برجسته بودن این فرصت تأکید دارد. به این ترتیب، RAS جایگزین انسان‌ها در فعالیت‌هایی می‌شود که ناامن، تکراری یا جذب و حفظ نیروی کار برای آن‌ها دشوار است. نمونه‌های ارائه شده توسط شرکت‌کنندگان شامل تولید محصول، مدیریت دام و شیلات، پردازش و بسته بندی، مدیریت پسماند و محیط زیست، ریشه کنی گونه‌های مهاجم، درمان بیماران قرنطینه شده، ضدعفونی و تمیز نمودن فضاهای عمومی، کار آزمایشگاهی، ساخت یا تعمیر زیرساخت‌های ساخته شده، از جمله سیستم‌های مدیریت آب می‌شود. مزایای اصلی نسبت به شیوه‌های فعلی پیش‌بینی شده توسط شرکت‌کنندگان بهبود تعمیر و نگهداری زیرساخت به صورت *"اصول استفاده از RAS در زیرساخت کاهش اندازه نقصی است که نیاز به مرمت با انجام تعمیرات کوچک مکرر دارد"*، افزایش بهره‌وری و کاهش استفاده از منابع، به‌طور بالقوه جهت پایداری و/ یا ارزان‌تر کردن کالاها و خدمات بوده است.

فرصت حمایت از فعالیت‌های انسانی توسط ۳۱٪ از شرکت‌کنندگان تشخیص داده شد، که نشان می‌دهد این فرصت کمتر به رسمیت شناخته شده است. شرکت‌کنندگان تأکید نمودند که RAS ممکن است بار کاریِ انسانی را در جایی که کمبود نیروی کار وجود دارد، مانند مراقبت از سالمندان، کاهش دهد. در زمینه سلامت، شرکت‌کنندگان پیشنهاد دادند که RAS شیوه‌های جراحی و حرکت فیزیکی بیماران را در مراکز مراقبت‌های

[1] Likert scale

بهداشتی افزایش خواهد داد. علاوه بر این، آن‌ها معتقد بودند که ممکن است RAS فعالیت‌های غربالگری سلامت خاص، مانند تشخیص سلامت جنسی را با دور کردن حضور انسان و ترس از قضاوت مرتبط، ساده نماید. شرکت‌کنندگان بر این نکته تأکید نمودند که RAS چگونه می‌تواند تعلیم و تربیت را با ارائه فرصت آموزش با کیفیت و آموزش حرفه‌ای به همگان، که بر اساس نیازهای آن‌ها شخصی سازی شده، بهبود بخشد.

شرکت‌کنندگان تأکید کردند که RAS همچنین می‌تواند به حمایت از نیازهای عمومی و خصوصی، برای مثال، با ارائه کمک در غلبه بر محدودیت‌های فیزیکی یا شناختی کمک نماید. ربات‌های کمک‌کننده اجتماعی مانند Nao، رباتی انسان‌نما که برای تعامل با انسان‌ها در محیط‌های آموزشی و مراقبت‌های بهداشتی در نظر گرفته شده است، احتمالاً با ایجاد «*امکانات زیادی برای افراد دارای معلولیت جسمی، اوتیستیک (توهمی) یا آسیب‌پذیر*»، از جمله بهبود مهارت‌های یادگیری، به فراگیری کمک می‌نمایند. فراهم نمودن یک محیط امن و محافظت شده که در آن «*RAS می‌تواند همراهی توانمند و قابل اعتماد باشد [...] و در فضاهای عمومی بر سیستم‌های هر فردی (از جمله خانم‌ها، کودکان، افراد مسن و افراد دارای معلولیت) نظارت داشته باشد*».

۲۸٪ از شرکت‌کنندگان RAS را به عنوان کمکی برای دستیابی به SDGs همراه با تقویت نوآوری درک نمودند. RAS به عنوان "*پیشرو در توسعه لبه فناوری، بر اساس پیشرفته‌ترین دانش علمی و [...] توسعه یافته برای حل چالش‌های صنعتی*" توصیف گردیده است. شرکت‌کنندگان بر این باور بودند که RAS روند تحقیقات را در بخش‌های مختلف سرعت می‌بخشد، مخصوصاً کارایی در توسعه داروها/واکسن‌ها و انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد. شرکت‌کنندگان همچنین پیشنهاد نمودند که کارآفرینی تحت رهبری RAS می‌تواند خلاقیت را تشویق نموده، ایجاد مشاغل نیازمند تبحر را تحریک، تفاوت‌های بین کشورها را از طریق انتقال فناوری RAS کاهش دهد.

چهل و شش درصد از شرکت‌کنندگان پیشنهاد دادند که RAS می‌تواند با افزایش دسترسی به مناطق دورافتاده و/یا خطرناک، تسهیل تعاملات از فاصله دور و تغییر حالت‌های فعلی حمل‌ونقل، به پیشرفت به سوی SDGs کمک نماید. شرکت‌کنندگان خاطر نشان کردند که افزایش دسترسی می‌تواند به عنوان مثال، با ارائه خدمات بیمارستانی سیار، پیامدهایی برای بهبود امداد رسانی در بلایای طبیعی داشته باشد. RAS همچنین می‌تواند به افرادی که در مناطق دور افتاده هستند، با مثال‌هایی از این قبیل که چگونه «*تشخیص و مشاوره زود هنگام از راه دور در دوران کودکی ممکن است مرگ و میر را کاهش دهد*» تا تحویل تجهیزات پزشکی، خون یا واکسن‌ها، یا بهبود آموزش کمک نماید تا به خدمات اساسی دسترسی داشته باشند. علاوه بر این، RAS می‌تواند حفاظت از محیط زیست و تحقیق در مکان‌های غیرقابل دسترس را ساده‌تر نماید. حتی در مکان‌های به‌ظاهر در دسترس مانند شهرها، شرکت‌کنندگان تصور می‌کردند که RAS می‌تواند ویژگی‌هایی را مدیریت کند که دسترسی به آن‌ها برای انسان گران، خطرناک یا دشوار است، مانند مزارع عمودی یا دیوارها/بام‌های سبز. استفاده گسترده از وسایل نقلیه خودران این پتانسیل را دارد که جاده‌ها را ایمن‌تر نموده

و در عین حال از اتلاف زمان غیر مولد در حین رانندگی بکاهد، که بر نحوه برنامه‌ریزی شهرها تأثیر خواهد گذاشت.

RAS به‌طور گسترده برای نظارت خودکار و جمع‌آوری داده‌ها برای حمایت از تصمیم‌گیری استفاده می‌شود و این فرصت توسط ۷۸٪ از تمامی شرکت‌کنندگان ذکر شده است که برتری آن را خاطر نشان می‌کند. شرکت‌کنندگان اظهار داشتند که نظارت مستقل در بسیاری از بخش‌ها از جمله زیرساخت، توزیع منابع، جمعیت حیات وحش، کیفیت آب، بازارهای مالی جهانی و ماهیگیری غیرقانونی انجام خواهد شد. شرکت‌کنندگان چنین پیشرفت‌هایی را برای «*ارائه یک چارچوب خوب برای کمک به تصمیم گیری، برنامه ریزی و نظارت*» توصیف نمودند. علاوه بر این، شرکت‌کنندگان پیشنهاد دادند که جمع‌آوری داده‌های بزرگ که توسط RAS آسان می‌گردد، فرصت‌هایی را برای «*مشارکت عمومی گسترده در [برنامه‌ریزی] آسان و مقرون به صرفه فراهم می‌نماید*». نظارت خودکار در مقایسه با روش‌های دستی، سریع‌تر، پاسخگوتر به تغییرات، شفاف‌تر و مبری از خطاهای انسانی در نظر گرفته می‌شد. با این حال، شرکت‌کنندگان نگران بودند که «*نظارت فی‌نفسه عملاً [اقدامات مربوط به SDGs] را انجام نمی‌دهد*».

تهدیدهای کلیدی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار به خاطر استقرار RAS. چهار تهدید شناسایی شد که می‌تواند مانع دستیابی به اهداف توسعه پایدار شود، شرکت‌کنندگان اشاره نمودند که اجرای محیط زیست از طریق شکل‌های جدید دچار اختلال در تنوع زیستی، و همچنین از طریق تولید و حذف RAS در طول چرخه حیات آن‌ها RAS می‌تواند (۱) نابرابری‌ها را به دلیل عدم مقرون به صرفه بودن و تغییر در بازار کار تقویت نماید و (۲) تأثیر منفی بر روی آن بگذارد. ما همچنین درگیری‌هایی را شناسایی کردیم که RAS (۳) منابع را از رویکردهای آزمایش شده برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار منحرف می‌کند. سپس هر سه این تهدیدها می‌توانند از طریق (۴) نظارت ناکافی RAS ترکیب شوند و همچنین مسائل اخلاقی در مورد استفاده از داده ها را نیز مطرح نمایند.

اصلی‌ترین و برجسته‌ترین تهدید، که توسط ۵۱٪ از شرکت‌کنندگان مطرح شد، این بود که استقرار RAS نابرابری‌های موجود را تقویت می‌کند، زیرا «*در طول تاریخ، اتوماسیون همیشه تمایل به کاهش انباشت ثروت داشته، که معمولاً به نفع کسانی است که قبلاً ثروتمند بودند*». شرکت‌کنندگان سناریوهایی را پیش‌بینی نمودند که به موجب آن، نابرابری‌ها می‌تواند توسط زمینه‌های فرهنگی و برداشت‌های منفی که جوامع برای RAS دارند، تشدید شود، مانند RAS "در تضاد با ایده‌های تولید کشاورزی مورد پذیرش مردم بومی" یا تعاملات انسانی که برای برخی مشاغل مانند تدریس یا پرستاری است. نابرابری‌ها همچنین می‌تواند با تغییر بازار کار تشدید شود، زیرا نیاز به کارگران با مهارت پایین کاهش می‌یابد چرا که «*وظایف کم مهارت، روزمره و معمولی می‌توانند خودکار شوند و ماهر کردن مجدد کارکنان زمان می برد. در طی آن مشاغل پیشرفته‌تر احتمالاً توسط RAS "تسخیر" می‌شوند*».

اگرچه تأثیر اتوماسیون بر مشاغل نامشخص است، برداشت RAS ممکن است برای کاهش سرعت استقرار آن‌ها در برخی کشورها کافی باشد، زیرا «*RAS [...] به دلیل فرآیندهای کار فشرده حاصل از دست دادن معیشت، علی‌رغم مزایای بهداشتی و بهره‌وری*» انتخاب نخواهد شد. بنابراین، شرکت‌کنندگان خاطر نشان کردند که ممکن است خطر نابرابری‌ها بین کشورها افزایش یابد، زیرا این ملاحظات منفی با توجه به دسترسی به فناوری و اتکای بیشتر بر تولید و ساخت اولیه به جای خدمت نمودن به کشورهای با درآمد کم و متوسط، بر نقاط شروع متفاوت تأثیر متقابل می‌گذارد. با این حال، شرکت‌کنندگان تأکید نمودند که چگونه می‌توان با "*تعریف مجدد معنای «اشتغال کامل و مولد»، تأثیرات منفی RAS بر بازار کار را کاهش داد. ممکن است اهدافی مانند «بیکاری کامل» و تشویق به اوقات فراغت را به جای کار در نظر بگیریم*".

شرکت کنندگان احساس کردند که RAS احتمالاً نابرابری‌های موجود را با تقویت تعصبات ساختاری موجود تشدید می‌نماید مگر اینکه کارهایی انجام بشود. به‌طور خاص، هوش مصنوعی، که در بسیاری از فناوری‌های RAS نقش اساسی دارد، اگر بر روی مجموعه داده‌های مغرضانه تربیت شده باشد و تصمیم‌گیری‌هایش بدون دخالت انسان اتخاذ شود، سوگیری‌ها و نابرابری‌های مرتبط با آن تقویت خواهند شد. راه‌های امیدوارکننده‌ای برای کاهش چنین تهدیداتی از طریق حصول اطمینان از تعدیل سوگیری‌ها در مجموعه داده‌ها برای استفاده از الگوریتم‌های مناسب‌تر وجود دارد، با این حال این روش‌ها هنوز در دنیای واقعی آزمایش نشده‌اند و متکی به سوگیری‌ها در مجموعه داده‌های آموزشی هستند که آشکارا تأیید می‌شوند، که هنوز مطابق هنجار نیست. به‌علاوه، شرکت‌کنندگان نیاز به توانمندسازی بیشتر خانم‌ها و آن‌هایی که از پیشینه‌های قومی گوناگون هستند را برای دست و پنجه نرم کردن با توسعه RAS شناسایی کردند. در حال حاضر اکثر محققان RAS، آقا (۸۴٪) و سفیدپوست (۶۷٪) هستند. این فقدان تنوع این خطر را ایجاد می‌نماید که هرگونه اختلافات ساختاری و سوگیری‌های موجود در مجموعه داده‌ها به طرز ناخودآگاه توسط توسعه‌دهندگان RAS تقویت شود که به‌طور کامل این امکان را می‌دهد مسائلی را که گروه‌های اقلیت و کم نماینده با آن مواجه هستند، متوجه نشوند.

بیست درصد از شرکت کنندگان در مورد اثرات بالقوه منفی محیطی RAS نگران بودند. در درجه اول، این‌ها به چرخه حیات RAS، از جمله نوع و مقدار انرژی مورد نیاز برای استقرار RAS در مقیاس بزرگ، تأثیر استخراج منابع برای تولید RAS و آلودگی ناشی از RAS بازیابی نشده یا دفع آن مربوط بودند. علاوه بر این، شرکت‌کنندگان نگران بودند که بهبود بهره‌وری توسط RAS ممکن است به ضرر محیط‌زیست تمام شود. ساده‌سازی چشم‌انداز، یک محرک مهم برای تغییرات محیطی و از دست دادن تنوع زیستی است. شرکت‌کنندگان احساس کردند که استقرار RAS برای تولید غذا ممکن است ساده‌سازی چشم‌انداز را با استفاده از روش‌هایی مانند کنترل علف‌های هرز مبتنی بر حسگر و جمع‌آوری رباتیک میوه‌ها، که هر دو به چشم‌اندازهای نسبتاً ساده شده نیاز دارند، گسترش دهد. شرکت‌کنندگان ذکر کردند که چگونه «*تاریخچه سیستم غذایی جهانی نشان داده است که استفاده از فناوری به‌طور فزاینده‌ای به فقر دانه [و] تخریب محیط*

زیست کمک کرده است» و نگران تقویت این مقوله بودند. تأثیر منفی هواپیماهای بدون سرنشین بر پرندگان به خوبی مستند شده است. شرکت‌کنندگان سناریوهایی را پیش‌بینی نمودند که در آن استقرار RAS در مقیاس بزرگ، باعث تشدید چنین اختلالاتی می‌گردد و مسبب ایجاد مشکلات قابل مقایسه با سایر گروه‌های طبقه‌بندی، می‌شود؛ از جمله برخی از آن‌ها مانند موجودات اعماق دریا که در حال حاضر به دلیل زیستگاه‌های غیر قابل دسترس خود به سختی شناخته یا جدا شده‌اند.

برای بسیاری از SDGs، رویکردهای سعی و خطا شده و آزموده شده‌ای وجود دارد که می‌تواند برای افزایش ارائه آن‌ها استفاده شود. تهدیدی که ۲۷٪ از شرکت‌کنندگان شناسایی نمودند این بود که سرمایه‌گذاری در RAS ممکن است منابع را از رویکردهای ساده‌تر و کمتر مبتنی بر فناوری منحرف نماید. شرکت‌کنندگان تأکید نمودند که بسیاری از اهداف توسعه پایدار «*جاه طلبی های انسانی و سیاسی هستند و RAS ممکن است بهترین راه حل برای دستیابی به [آنها] نباشد*» و تخصیص منابع به برنامه‌های اجتماعی و سیاسی جایگزین بهتری بود (به‌عنوان مثال برای دستیابی به SDG10 یا SDG16). شرکت‌کنندگان همچنین هشدار دادند که سرمایه‌گذاری در فناوری بدون سرمایه‌گذاری مشابه در زمینه اجتماعی ممکن است معکوس باشد. نمونه‌ای از آن «*اتاق‌های توالت عمومی با فناوری پیشرفته بود که در شهری در هند به‌عنوان واحدهای ایمن و پاکیزه برای استفاده خانم‌ها نصب شد. با این حال، هیچ کس از آن‌ها استفاده نکرد، زیرا آن‌ها در مکان نامطلوبی قرار داشتند و (خانم‌ها) می‌ترسیدند که درب اتوماتیک آن‌ها را در داخل محبوس نماید*». حتی برای اهدافی که می‌توانند از پیاده‌سازی RAS سود ببرند، شرکت‌کنندگان نگران بودند که پیاده‌سازی سیستم‌های RAS بسیار کند باشد، زیرا «*وضعیت فعلی فناوری کاملاً آماده نیست [...]، اتکا به خودمختاری وضعیت را بدتر کند.*» RAS نباید به قیمت فعالیت‌های سعی و خطا شده مانند کمپین‌های واکسیناسیون، آموزش یا خدمات واکنش اضطراری اجرا شود.

نگرانی دیگری که توسط ۲۷٪ از شرکت‌کنندگان مطرح شد، نشان دهنده شناسایی کمتر تهدید در مقایسه با تهدید تقویت نابرابری، خطر حاکمیت ناکافی بر RAS بود. اتفاق نظر وجود داشت که «*اگر به طور عاقلانه*» و منصفانه استفاده شود، تأثیر RAS بیشتر سودمند خواهد بود. با این وجود، مشخص نیست که استفاده از RAS چگونه تنظیم می‌گردد و چه کسی ممکن است مالک داده‌های حاصله شود. این موضوع یک مسئله اخلاقی مهم را مطرح می‌نماید، زیرا «*راه‌حل‌های فناوری خطر ایجاد نوعی جبر تکنولوژیکی را ایجاد می‌کند و نیاز به اصلاحات گسترده‌تر را از دست می‌دهد، از جمله اینکه چه کسی مالک و کنترل کننده خودِ فناوری است*». شرکت‌کنندگان خاطرنشان کردند که مالکیت داده‌های رفتار انسانی جمع‌آوری‌شده برای نظارت مرتبط با بهداشت، آموزش یا مؤسسات می‌تواند توسط شرکت‌های فرا مِلّی، دولت‌های مستبد یا هکرها مورد سوء استفاده قرار گیرد که پیامدهایی برای حقوق بشر و حریم خصوصی دارد. شرکت کنندگان همچنین بر این باور بودند که مدیریت ناکافی RAS می‌تواند احتمال تقویت نابرابری‌ها یا آسیب رساندن به محیط را افزایش دهد. شرکت‌کنندگان احساس نمودند که چارچوب‌های حقوقی و نظارتی قوی بین المللی برای RAS باید،

اشتراک گذاریِ مالکیت معنوی را ارتقاء دهد. اگر فناوری و اختراعات RAS عمدتاً متعلق به شرکت‌های فرا ملیتی باشد که می‌توانند چارچوب‌های نظارتی ملی را دور بزنند، ممکن است منجر به هزینه‌های عملیاتی بالاتری شود که RAS را برای اکثر مردم غیر قابل قبول می‌کند و نابرابری‌های اقتصاد کلان را تقویت می‌نماید. مالکیت شرکت‌های فرا ملیتی همچنین می‌تواند اثرات منفی زیست‌محیطی را افزایش دهد و شرکت‌کنندگان نگران این هستند که «*احتمال افزایش اتوماسیون می‌تواند تجارت کشاورزی در مقیاس بزرگ را که اکوسیستم‌ها را در سطح جهانی تخریب کرده است، تقویت نماید*».

تأثیرنهایی خالص RAS بر ارائه SDG. علی‌رغم شناسایی تهدیدهای نوظهور، شرکت‌کنندگان نشان دادند که تأثیر پیشرفت RAS به سمت SDGs احتمالاً بسیار مثبت است. هیچ SDGای مشخص نشد که عمدتاً تحت تأثیر RAS منفی باشد، و هفت SDG وجود داشت که بیش از ۷۵٪ از شرکت‌کنندگان معتقد بودند که RAS فقط تأثیرات مثبتی بر ارائه آن‌ها خواهد داشت. برای ده SDG باقیمانده، مبادلاتی که نیاز به مدیریت دقیق دارند، شناسایی شدند. با این حال، پیش‌بینی تأثیر خالص کلی RAS در آینده توسط اغلب افراد سخت بود، به ویژه برای SDGsای که با نابرابری‌ها سر و کار دارند (SDG5 و SDG10). این عدم قطعیت ممکن است به خوبی منعکس کننده فقدان تعامل و در نتیجه تفاهم بین متخصصان مهندسی، علوم طبیعی و علوم اجتماعی باشد. در واقع، این در شرکت‌کنندگان ما منعکس شد، هیچ‌کدام از آن‌ها تخصص RAS را در کنار دانش SDGsای که با موضوعات فقر، برابری، عدالت یا نهادها سروکار دارند، ابراز نکردند (SDG1، SDG5، SDG10، SDG16 یا SDG17). شرکت‌کنندگان فقط اطمینان از تأثیرات RAS را به‌عنوان "بسیار آسان" برای ارزیابی سه SDG، مربوط به نوآوری و زیرساخت (SDG9)، شهرها (SDG11) و آب و هوا (SDG13) ارزیابی نمودند.

مزایای مشترک و مبادلات مرتبط با RAS و SDGs. شرکت‌کنندگان چندین SDG را شناسایی نمودند، به خصوص آن‌هایی که با مسائل زیست‌محیطی یا فقر چند بعدی در ارتباطند، که از اجرای RAS در راستای تحقق سایر اهداف توسعه پایدار سود می‌برند. برای مثال، پیاده‌سازی RAS برای رفع آلودگی زمین، هم راستا با SDG15، همچنین به مدیریت زیست‌محیطی زباله مورد نیاز برای رسیدن به SDG12 کمک می‌نماید. کاهش ضایعات تولید شده به جای مدیریت آن در آینده نیز برای رسیدن به SDG12 حیاتی است و از نظر امنیت غذایی با «*SDG2 [...] که در آن می‌توان به‌طور واقعی RAS را به‌کار برد تا بتوان مصرف و در نتیجه هدر رفت غذا را [پایش نمود]*». مزایای احتمالی مشترک استقرار RAS در صنعت (SDG9) یا کشاورزی (SDG2) در نظر گرفته شده بود. به‌عنوان مثال، اجرای RAS برای جایگزینی وظایف ناامن در کشاورزی که به‌طور سنتی توسط خانم‌ها انجام می‌شود، می‌تواند با کاهش بار کاری با دستمزد پایین و خالی نمودن زمان برای آموزش خانم‌ها (SDG5) بهبود در برابری جنسیتی را تسهیل نماید. نمونه‌های صنعت شامل مواردی است که RAS ممکن است «*برای کسب شفافیت بیشتر در زنجیره‌های ارزش جهانی به کار گرفته شود و از این طریق جنبه‌های برده‌داری مدرن را در سطح جهانی کاهش دهد*». با توجه به پیوندهای متقابل قوی بین

سلامت، آموزش و فقر، شرکت کنندگان سناریوهایی را پیش بینی کردند که به موجب آن سهم RAS در آموزش (SDG4) می تواند «*تعیین کننده موفقیت اهداف دیگر مانند برابری جنسیتی، [...] کاهش فقر، [. ...] سلامتی و مانند آن شود*». به همین ترتیب، بهبودهای RAS در تأمین مواد غذایی (SDG2) یا سلامت (SDG3) احتمالاً باعث پیشرفت به سمت کاهش فقر چند بعدی (SDG1) می‌شود.

شرکت‌کنندگان نگرانی‌های خود را در مورد مبادله بین مزایای به‌دست آمده از استقرار RAS برای اهداف خاص، به‌ویژه در مواردی که راه‌حل‌های فنی ممکن است در ابتدا جذاب باشند، مثل ارتقای صنایع و زیرساخت‌ها، مطرح نمودند. فرصت‌هایی برای استقرار RAS شناسایی شد تا کارایی وظایف را افزایش دهد، اما راندمان بهتر و کاهش هزینه‌های مرتبط ممکن است اثرات بازگشتی ایجاد نماید که مصرف را تقویت می‌کند، بنابراین بحران‌های زیست‌محیطی را بدتر می‌کند، زیرا هر سال مواد بکر بیشتری به محصولات تبدیل می‌شوند. بهره‌وری بیشتر همچنین می‌تواند ثروت را بیشتر متمرکز نموده و نابرابری‌ها را تقویت کند، مانند مورد مدیریت آب، که در آن «*برخی از کشورها آب را برای دیگران به خطر می‌اندازند، [بنابراین] افزایش کارایی برای برخی انحصار مدیریت آب برای بعضی از کشورها ممکن است لزوماً برای کشور دیگری خوب نباشد*». مبادلات ناشی از استقرار RAS نیز در چارچوب اهداف شناسایی شد. برای مثال، فرصت افزایش دسترسی و نظارت توسط شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شد که احتمال باز کردن مسیرهای جدید برای بهره‌برداری بیش از حد و بهبود تلاش‌های حفاظتی را دارد. برخی از مبادلاتی که شناسایی شدند در درون خود SDGs ذاتی هستند، مانند اینکه چگونه SDG12، که مصرف و تولید را ترویج می‌کند، می‌تواند منجر به مبادله با اهداف توسعه پایدار مرتبط با سلامت، کاهش فقر و کاهش نابرابری‌ها شود. به طور مشابه، SDG8 برای رشد اقتصادی دارای اهداف متعددی است که می‌توانند مانع یکدیگر شوند.

شرکت‌کنندگان همچنین احساس کردند که اتکای بیش از حد به RAS برای نظارت و حمایت از تصمیم‌گیری، ممکن است باعث تضعیف پیشرفت در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار مرتبط با فراگیری و حکومت‌داری بهتر شود، مانند SDG11 در شهرها و جوامع پایدار و SDG16 در مورد صلح، عدالت و نهادهای قوی، «*تصمیمات اتخاذ شده توسط سیستم‌های برنامه‌ریزی و مدیریت شهری مبتنی بر الگوریتم هوش مصنوعی، شهروندان عادی را مستثنی می‌کند*». استفاده روز افزون از RAS برای اطلاع‌رسانی تصمیم‌گیری می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای به دنبال داشته باشد که «*انسان‌ها را وادار کند تا کار فکری تصمیم‌گیری را به‌طور کامل به سیستم‌های خودکار واگذار نمایند، دانش و درک ما از این سیستم‌های پیچیده و کنترل ما بر روی آنها را کاهش دهد و به‌طور متقابل این عوامل پیچیده بر این سیستم‌ها تأثیر می گذارد*».

RAS و SDGs: راه‌های رو به جلو. RAS اینجاست تا ماندگار شود و اساساً نحوه تعامل ما با یکدیگر، فناوری و محیط را تغییر خواهد داد. این تحول مزایای بالقوه بسیاری را ارائه می‌دهد. با این حال، تحقق این مزایا در عین به حداقل رساندن پیامدهای ناخواسته و مبادلات، پیچیده خواهد بود. به‌عنوان یک نقطه شروع، هدفی اعلام شده برای کمک مثبت به طیف کامل SDGs هنگام طراحی و استقرار RAS احتمالاً مزایای

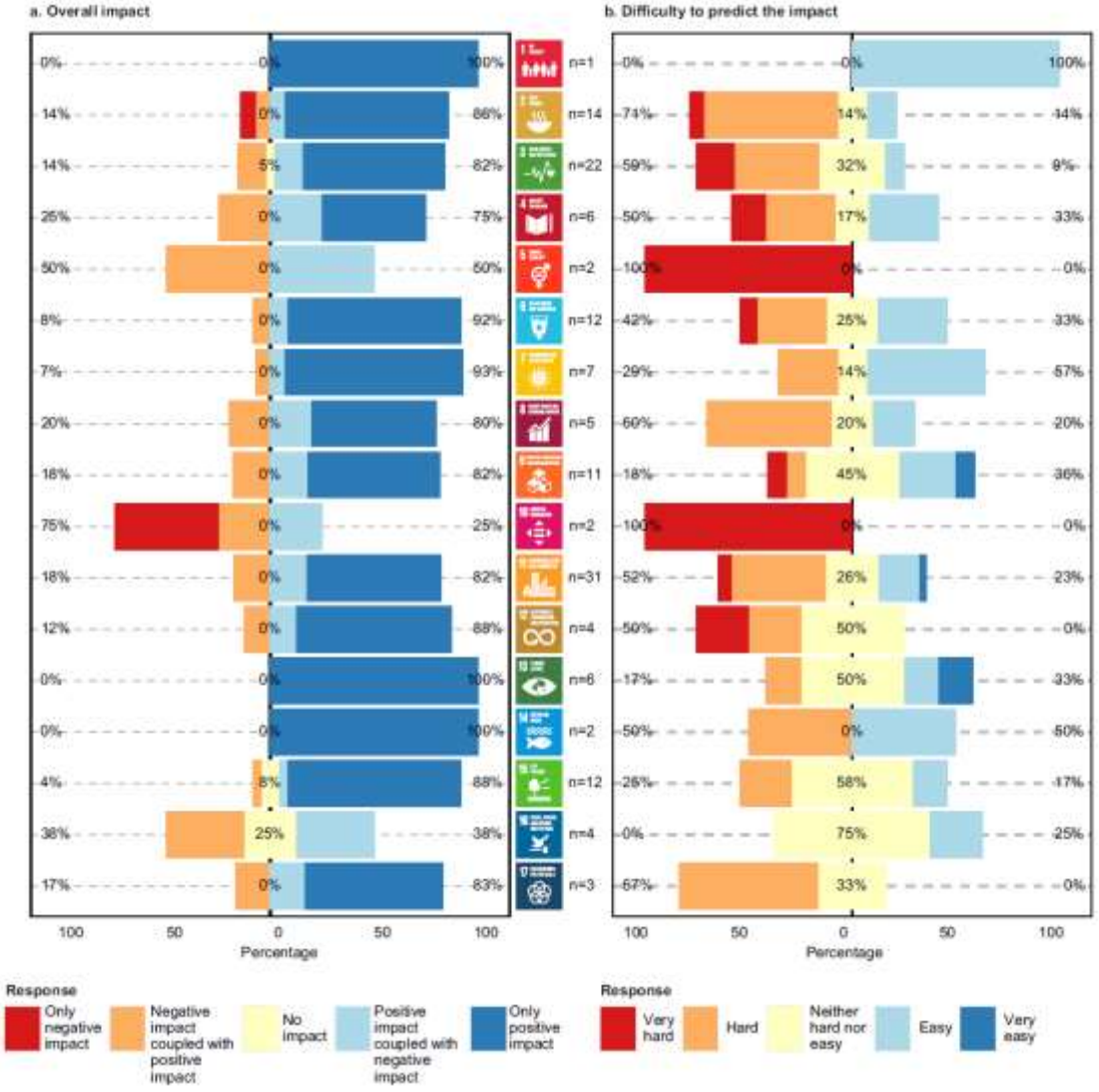
اجتماعی و زیست محیطی جذب RAS را افزایش می‌دهد. همکاری زود هنگام و گفت‌وگوی مستمر بین ذینفعان در حین اجرای RAS، هم به ایجاد انتظارات واقع‌بینانه کمک می‌نماید و هم به سازمان‌هایی که برای توسعه پایدار فعالیت می‌نمایند، کمک می‌کند؛ تا از فرصت‌های ارائه شده توسط RAS استفاده کرده و در عین حال از هرگونه مشکلی اجتناب نمایند. تعامل بیشتر مهندسان با متخصصانِ توسعه پایدار تضمین می‌کند که RAS با رعایت نیازهای گروه‌های مختلف و کاهش هرگونه تهدید نوظهور توسعه و استقرار یافته است. به عبارتی اقدامات کاهشی مناسب برای مقابله با اثرات منفی بالقوه RAS، به دلیل ماهیت خود، به مورد ملاحظه قرار دادن SDGs کمک می‌نماید. به‌عنوان مثال، بهبود آموزش به پر کردن شکاف‌های فناوری و کاهش نابرابری در دسترسی به RAS کمک می‌کند. علاوه بر این، تقویت مؤسسات، احتمال حاکمیتِ ضعیفِ RAS را کاهش می‌دهد. در واقع، همانطور که اطمینان از وجود مقررات کافی قبل از جذب گسترده ضروری است، ساختارهای حاکمیتی قوی برای کاهش هر گونه تهدید نوظهور، اصلی است. علم رباتیک در حال حاضر در استراتژی های سازمان ملل متحد برای صلح گنجانده شده است، اما فرصت‌ها و تهدیدات ناشی از RAS تاکنون در هیچ ابتکار جهانی، استراتژی یا تعیین هدف اجتماعی دیگری ادغام نشده است. تا حدی، احتمالاً این مورد به دلیل سرعت نسبتاً آهسته مقررات و تعیین هدف در مقایسه با توسعه RAS است، که از طریق هنجارهای غیر الزام‌آور یا دستور عمل‌های داوطلبانه راه را برای عدم تنظیم یا تنظیم مقررات باز می‌نماید. با این حال، این رویکرد ناکافی است، زیرا قادر به تضمین فراگیری و نمایندگی نیست، که هر دو پایه‌های SDGs هستند. فرآیندهای نظارتی تکراری، آن‌هایی هستند که می‌توانند به موازات فناوری‌های نوظهور مطابقت داده شوند و لازم هستند تا از حاکمیت مناسب RAS اطمینان حاصل شود. اگرچه پیش‌بینی همه تأثیرات RAS در مجموعه SDGs دشوار است، گنجاندن RAS در تکرارهای آتی SDGs برای جلوگیری از پیامدهای زیان‌آور و ناخواسته در حین تحقق فرصت‌هایی که ارائه می‌دهند ضروری است.

Reference

S. Guenat, P. Purnell, Z. G. Davies, *et al.* “Meeting sustainable development goals via robotics and autonomous systems”. *Nat Commun* **13**, 3559 (2022).

DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-022-31150-5

ویراستار: یاسمن باغبان


a. Overall impact
b. Difficulty to predict the impact
0% 0% 100% n=1
14% 0% 86% n=14
14% 5% 82% n=22
25% 0% 75% n=6
50% 0% 50% n=2
8% 0% 92% n=12
7% 0% 93% n=7
20% 0% 80% n=5
18% 0% 82% n=11
75% 0% 25% n=2
18% 0% 82% n=31
12% 0% 88% n=4
0% 0% 100% n=6
0% 0% 100% n=2
4% 8% 88% n=12
38% 25% 38% n=4
17% 0% 83% n=3
0% 0% 100%
74% 14% 14%
59% 32% 9%
50% 17% 33%
100% 0% 0%
42% 25% 33%
29% 14% 57%
60% 20% 20%
18% 45% 36%
100% 0% 0%
52% 26% 23%
50% 50% 0%
17% 50% 33%
50% 0% 50%
25% 58% 17%
0% 75% 25%
67% 33% 0%
100 50 0 50 100
Percentage
Response
Only negative impact
Negative impact coupled with positive impact
No impact
Positive impact coupled with negative impact
Only positive impact
Response
Very hard
Hard
Neither hard nor easy
Easy
Very easy