

# آمایش سرزمین، محیط زیست پایدار با تاکید بر کشاورزی مدرن و امنیت غذایی

علیرضا لچینانی<sup>۱</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آمایش سرزمین دانشگاه تهران، تهران، ایران

مصطفی علی نقی زاده

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

رکسانا موگوئی

دانشیار گروه محیط زیست واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

هانیه اخوت

استادیار گروه آمایش سرزمین پردیس فارابی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۵

## چکیده

کشاورزی هوشمند یکی از راه‌حل‌های مقابله با تقاضای فزاینده مواد غذایی و حفظ پایداری محیط زیستی است. در کشاورزی هوشمند، نقش جمع‌آوری داده‌های جغرافیایی و تکنیکی و تولید اطلاعات مبتنی بر مدل‌های ریاضی در حال افزایش است. جمع‌آوری داده، پردازش و تولید اطلاعات در مورد شرایط آب و هوایی، خاک، بیماری، حشرات، بذر، کود و غیره نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی آماری و در نتیجه توسعه اقتصادی و پایداری محیط زیستی دارد. مدیریت هوشمند شامل جمع‌آوری، انتقال، انتخاب و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. هرچه حجم داده‌های کشاورزی افزایش می‌یابد، تکنیک‌های تحلیلی قوی قادر به پردازش و تجزیه و تحلیل‌های بیشتری هستند در نتیجه پیش‌بینی‌های بسیار دقیق امکان‌پذیر می‌شوند. فناوری نوین کشاورزی امیدوار است که دو هدف مهم یعنی اقتصاد مقاوم و سودآور و تولید بهتر را محقق کند. در شرایط تغییر اقلیم، کشاورزی و تأمین غذای جمعیت در کشوری که با تنش آبی و کم آبی روبرو است، بدون شک نیازمند هوشمندسازی مدیریت و فن‌آوری هوشمند است تا گذاری باشد از در حال توسعه بودن به توسعه‌یافتگی. در این مقاله با معرفی روش‌های مرسوم و متداول در کشورهای توسعه یافته، از روش توصیفی تحلیلی، بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای و اینترنتی استفاده شده است.

**واژگان کلیدی:** آمایش سرزمین، کشاورزی مدرن، محیط‌زیست، توسعه پایدار.

## مقدمه

کشاورزی پایدار مبتنی بر استفاده بهینه و حداکثری از فناوری‌های روز در واقع نوعی از کشاورزی است که از نظر اقتصادی با ثبات و توجیه‌پذیر، از منظر اکولوژیکی سالم و از نظر اجتماعی عادلانه و قابل قبول و از نظر فیزیکی مناسب، کشاورزی پایدار یک مفهوم در حال تغییر و توسعه می‌باشد؛ و از مفاهیمی نظیر کشاورزی پایدار کم‌نهاد، کشاورزی ارگانیک، بیولوژیکی یا جایگزین به وجود آمده و تکامل یافته است. یکی از مؤلفه‌های اصلی توانمندسازی روستاییان، اجرای برنامه‌های کشاورزی پایدار است (Abbassi et al. 2020). دپارتمان کشاورزی آمریکا، کشاورزی پایدار را به عنوان روشی از کشاورزی که بهره‌وری اقتصادی را حمایت، کیفیت و رفاه محیطی را فراهم، استفاده بهینه از منابع طبیعی را ممکن و در کل غذا و فیبر کافی و مفید در اختیار بشر قرار می‌دهد، تعریف می‌کند (Issad et al. 2019).

در سال‌های اخیر، عوامل متعددی باعث شده است تا تجدیدنظر اساسی در خط‌مشی کشاورزی (مدرنیزه، تغییر یا جایگزینی شیوه‌های کاشت، داشت و برداشت) به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر بدل گردد. از یک سو افزایش جمعیت روزافزون جمعیت و از سوی دیگر ناتوانی زمین برای تهیه غذا برای ساکنان خود و گرمایش ناشی (تغییرات اقلیمی، کمبود آب) حاصل از فعالیت‌های انسانی و ایجاد آلودگی‌های طبیعی آن جامعه جهانی را بر آن داشته تا تدابیری خاص بر اساس این خط‌مشی اندیشه کنند، توجه گسترده به مسائل محیط زیستی و همچنین اعمال مدیریت دقیق در منابع محدود طبیعی پررنگ‌تر شده و روز به روز بر شتاب آن افزوده می‌گردد. یکی از آفات این بخش با توجه به دلایل ذکر شده تحولات زیاد در عملیات کشاورزی است که خود منجر به از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی و انقراض یا تغییرات ژنتیکی گونه‌های زیادی از موجودات زنده شده است. آلودگی و کمبود منابع آبی، مشکلی در حال گسترش است. اکثر زمین‌های زراعی جهان در معرض خطر فرسایش قرار دارند. توجه به کشاورزی مدرن و پایدار یک فلسفه و سامانه کشاورزی است. کشاورزی پایدار ریشه در ارزش‌هایی دارد که بیانگر آگاهی نوینی از واقعیت‌های بوم شناختی و اجتماعی و توانایی انسان‌ها در انجام کارآمد عملیات کشاورزی است (Laurett et al. 2020).

پایداری زیست‌محیطی در ایران نیازمند آمایش سرزمین و تنظیم جمعیت است. آمایش سرزمین برای تعیین پراکنش جغرافیایی بهینه فعالیت‌ها بر اساس توان اکولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی و نیاز جامعه ضروری می‌باشد بسیاری از ناپایداری‌های زیست‌محیطی شامل: فرسایش خاک، تخریب جنگل‌ها، بیابان‌زایی، کاهش منابع آب‌های شیرین، شور شدن خاک‌ها و ... ناشی از نابسامانی در استفاده از سرزمین است و عدم توان اکولوژیک و اقتصادی - اجتماعی استفاده بهینه از منابع را کاهش خواهد داد. تلاش برای تحقق یک برنامه‌ریزی ملی جهت آمایش سرزمین، در راستای بهره‌وری اصولی و متناسب با ویژگی‌های محیطی از منابع و داده‌های طبیعی، از فرآیند مهم توسعه پایدار و محیط‌زیست سالم بشمار می‌آید. محیط‌زیست و توسعه پایدار از جمله مفاهیم جامعی است که همه جنبه‌های زندگی بشر را در بر می‌گیرد و اجرای مدل‌های توسعه‌ای مستلزم دگرگونی‌های وسیع در هر دو زمینه سیاست‌های ملی و تغییر رویکرد منطقه‌ای و جهانی است. سعی این مقاله بر آن است تا مقایسه‌ای بین سبک کشاورزی در کشورهای توسعه یافته و تطبیق آن با منابع کشور از یک سو و یافتن بهترین شیوه بهره‌برداری و کاربری اراضی موجود با توجه به توان اکولوژیک در کشاورزی را بررسی نماید. برای تحقق این امر توجه به برنامه‌ریزی آمایش سرزمین از اولویت‌های اساسی می‌باشد. چرا که تجزیه و تحلیل امکانات و پتانسیل‌های طبیعی

کشور از طریق ایجاد پایگاه داده‌های، جمعیتی، کالبدی جغرافیایی حاصل از گزارش‌های مطالعات پایه طبقه‌بندی و جهت نمایش و مکان‌دار کردن منابع اکولوژیک، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و آنالیز و ارزیابی نقاط. تهیه نقشه‌های کاربری اراضی بررسی وضعیت موجود ترسیم چشم‌انداز مطلوب به کمک تصاویر ماهواره‌ای، تهیه واحدهای همگن (پلیگون‌های همگن) بررسی و تکمیل بانک‌های اطلاعاتی، ایجاد انگیزه مهارت‌آموزی و آموزش و در نهایت کمک به مدرنیزه کردن شیوه‌های تولید و ماشین‌آلات مورد نیاز این بخش و در نظر گرفتن توان کشور همچنین اهداف برنامه چشم‌انداز، استخراج و استنتاج مدل‌های ارزیابی اکولوژیکی بر روی پلیگون‌های همگن و در نهایت بر اساس آن نقشه‌ها برنامه‌ریزی و پیشنهادات استخراج و تهیه گردد. در این مقاله برای طبقه‌بندی و تعیین بهترین نوع استفاده از سرزمین، تناسب اجزاء واحدهای همگن اراضی، وضعیت فعلی و آتی، در نظر گرفتن شرایط اقلیمی مناطق و با اولویت بررسی تأثیر برنامه‌ریزی آمایش سرزمین کاربری کشاورزی، مرتع و جنگل ... مورد بررسی قرار می‌گیرد (Moogouei et al. 2020).

در دهه گذشته همه کشورهای که شیوه‌های انقلاب سبز را در مقیاس وسیع اتخاذ کرده‌اند، با کاهش سالانه سرعت رشد در بخش کشاورزی مواجه بوده‌اند. بنابراین به نظام پایداری نیاز است که علاوه بر توجه به ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و اکولوژیکی، به صورت عادلانه و منصفانه از منابع موجود بهره‌برداری نماید و این امر در سایه توجه به برنامه‌ریزی آمایش سرزمین و نگاه دقیق و کارشناسانه و در نظر گرفتن حقوق دیگر موجودات زنده کره زمین و همچنین توجه به نسل‌های آینده را محترم شمارد.

بنا بر تعاریف صورت گرفته در حوزه آمایش سرزمین تنظیم، توزیع و مدیریت منابع در ابعاد مختلف و در کلیت سرزمین‌ها با ساماندهی به فضای انسانی، طبیعی، اجتماعی و اقتصادی در سطوح ملی و منطقه‌ای است.

بررسی اسناد و مدارک مرتبط با آمایش سرزمین در دهه‌های گذشته حاکی از این است که هنوز مدل مناسبی برای آمایش سرزمین در کشور وجود ندارد؛ به عبارت دیگر، هنوز مفروضات مناسبی برای مکان‌یابی فعالیت‌های عمرانی تدوین نشده است. آمایش سرزمین ابعاد گوناگون اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و زیست‌محیطی را دربر می‌گیرد و داشتن الگو یا مدلی مناسب به ارزیابی بهتر قابلیت‌ها، توانمندی‌ها و محدودیت‌های ابعاد مختلف مناطق متعدد سرزمین کمک می‌کند؛ بنابراین یکی از چالش‌های اساسی آمایش سرزمین در ایران، مشخص نبودن راهبرد کلی توسعه در کشور است. درحالی که اگر راهبرد کلی توسعه سرزمینی مشخص باشد، می‌توان بر اساس آن و با رجوع به مناطق، قابلیت‌ها و توانمندی‌ها و محدودیت‌های هر منطقه مشخص و با در نظر گرفتن آن‌ها برای رسیدن به راهبرد مدنظر برنامه‌ریزی کرد. در حوزه کشاورزی که یکی از ارکان اصلی و اساسی توسعه برای کشور است، همچنان برنامه مشخص مدونی از منظر آمایشی وجود ندارد و یا اگر موجود باشد در حد توصیه و تلنگر می‌باشد.

در کشور ما شیوه بهره‌برداری از سرزمین، مخصوصاً اراضی کشاورزی بر اساس استعداد و توان اکولوژیک منطقه صورت نمی‌پذیرد. هرچند کوشش‌هایی در جهت استفاده از تکنولوژی‌های نوین در کشاورزی صورت گرفته ولی همچنان عمده فعالیت‌ها در این بخش سنتی با بهره‌وری بسیار پایین و هدر رفت منابع آب و انرژی توأم است؛ بنابراین در این مقاله سعی می‌شود علاوه بر بررسی اثرات مدرنیزه کردن کشاورزی و تأثیرات آن در مقابله با تغییرات اقلیمی بر اهمیت کشاورزی در ابعاد آمایش سرزمین از جمله اقتصاد، جمعیت (مهاجرت) نیز پرداخته شود.

## رویکرد مفهومی و نظری

### آمایش سرزمین

کلودیوس در سال ۱۹۵۰ نخستین تعریف از آمایش سرزمین را مطرح کرده است. وی این تعریف را در مورد بستر جغرافیایی فرانسه به کار برده است. در تعریف او چنین آمده: آمایش سرزمین در جست‌وجوی بهترین توزیع انسان‌ها، به تبع منابع طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی در پهنه سرزمین است. این جست‌وجو بایک دغدغه ثابت، مبتنی بر فراهم کردن بهترین شرایط سکونت، کار، بهداشت، تفریحات سالم و لذت از زندگی فرهنگی سالم محقق می‌گردد. هدف اصلی صرفاً یک اقتصاد شکوفا نیست، بلکه بیشتر به دنبال زندگی خوب و شکوفایی بودن است (Claudius, 1950: 5 quoted by Mahmoudi, 2009: 6). از نظر مفهوم، آمایش سرزمین برقراری تعادل بین سه عنصر انسان، فضا و فعالیت تعریف شده است و مقوله آمایش تلفیقی از سه علم اقتصاد، جغرافیا و جامعه‌شناسی است (Basirat, 2011: 4). آمایش سرزمین، با وجود تفاوت دامنه عملکرد در کشورهای مختلف، با شناسایی اهداف طولانی مدت یا میان-مدت، به نحوه کاربرد و استفاده از زمین و توسعه فیزیکی، به منزله بخشی مجزا از فعالیت دولت و در هماهنگی با سیاستهای بخشی در حوزه حمل و نقل و کشاورزی و محیط زیست، مرتبط است (European Commission, 2008: 6-1, quoting Imani Jajarmi and Tannery, 1394: 6).

### کشاورزی مدرن:

کشاورزی دقیق و هوشمند مبتنی بر دانش و نیاز روز، یک نوع نگرش جدید در مدیریت مزرعه (امنیت غذایی در-کشورها) است؛ که بر تغییر روش‌های تولید و امکان سنجی‌های آمایشی با استفاده از تکنولوژی‌های نوین رو به رشد، نانو سنسورها، GIS و سایر فناوری‌های نو تاکید دارد. توسعه پایدار<sup>۱</sup> در حقیقت ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است. در سال ۱۹۸۰ برای نخستین بار نام توسعه پایدار در گزارش سازمان جهانی حفاظت از منابع طبیعی<sup>۲</sup> آمد. این سازمان در گزارش خود با نام استراتژی حفظ منابع طبیعی این واژه را برای توصیف وضعیتی به کار برد که توسعه نه تنها برای طبیعت مضر نیست، بلکه به یاری آن هم می‌آید. پایداری می‌تواند چهار جنبه داشته باشد: پایداری در منابع طبیعی، پایداری سیاسی، پایداری اجتماعی و پایداری اقتصادی. در حقیقت توسعه پایدار تنها بر جنبه زیست محیطی اتفافی تمرکز ندارد بلکه به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی آن هم توجه می‌کند. توسعه پایدار محل تلاقی جامعه، اقتصاد و محیط زیست است.

### تبدیل کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن

با توجه به رشد جمعیت جهان و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، امروزه جامعه جهانی با بحران جدی غذا روبه‌رو است و یافتن منابع جدید برای تولید محصولات کشاورزی از جمله راهکارهای مؤثر در مقابل این بحران است از طرف دیگر مشکل کمبود آب کره زمین، از آسایه و سرعت عمل کشاورزان و مسئولان را برای تولید بیشتر و بی‌وقفه کاسته و یا محدود می‌نماید. کشاورزی هوشمند و مدرن یکی از بهترین روش‌ها برای مقابله بحران‌های مورد اشاره محسوب می‌شود. امروزه با توجه به مقیاس رشد جمعیت جهانی، به ویژه در کشورهای درحال توسعه، افزایش تقاضای جهانی برای محصولات کشاورزی، محدود بودن زمین‌های کشاورزی قابل کشت،

<sup>۱</sup> . Sustainable Development

<sup>۲</sup> . IUCN

تغییرات آب و هوایی و... شاهد گرایش روزافزون به کشاورزی به صورت هوشمند و دقیق درزمینه تولید محصولات کشاورزی هستیم که باعث شکل‌گیری بازاری رو به رشد در این صنعت شده است. کشاورزی دقیق و هوشمند مبتنی بر دانش و نیاز روز یک نوع نگرش جدید در مدیریت مزرعه (امنیت غذایی در کشورها) است. امروزه علاوه بر تغییر روشهای تولید و امکان سنجی های آمایشی با استفاده از تکنولوژی های نوین رو به رشد و نانو سنسورها مشخص می شود که هر قسمت کوچک از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط زیست جلوگیری کرده، سلامت محصولات و افزایش بازده اقتصادی را ممکن می سازد. همچنین نانو سنسورها می توانند با کنترل دقیق و گزارش دهی به موقع نیازهای گیاهان به مرکز پردازش اطلاعات سیستم را در نگهداری محصولات یاری نمایند (Moogouei et al. 2020).

### سیستم های هیدروپونیک در کشاورزی

در سال ۱۹۳۸ روش هیدروپونیک یا کشت بدون خاک پیشنهاد و شروع گردید و متعاقب آن این نوع کشت در بعضی از کشورها به دلیل محدودیت خاک و نداشتن اراضی کافی، برای تولید برخی از محصولات باغی و گل های زینتی رواج یافت. هیدروپونیک به معنی کاشت گیاهان بدون استفاده از خاک می باشد. کشت هیدروپونیک این امکان را به کشاورز می دهد که در زمان کوتاه تر محصولی باراندمان بیشتر را کشت نماید. علم هیدروپونیک ثابت کرده است که برای رشد گیاهان به خاک احتیاجی نیست اما به عناصری که در خاک موجود است، (مواد معدنی، مواد آلی) نیاز است. هر گیاهی را می توان به صورت هیدروپونیک کشت کرد ولی بعضی از آنها موفقیت بیشتری در این سیستم دارند. کشت هیدروپونیک برای میوه ها با محصولاتی از قبیل گوجه - خیار - فلفل - گیاهان برگی مثل کاهو - سبزی و گیاهانی که رشد سریعی دارند ایده آل است.

کشت هیدروپونیک به دو نوع بستر مایع (کشت در محلول غذایی) و کشت در بستر جامد و آبیاری با محلول غذایی انجام می شود. این روش در حال حاضر بیشتر در گلخانه ها و مکان هایی که خاک فقیری دارند یا خاک آنجا به هر صورت دچار آلودگی است و یا در مکان هایی که با بحران آبی روبرو است مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش با ایجاد گلخانه محیط را برای کشت گیاهان به صورت مصنوعی ایجاد می کنند. استفاده از سنسورها در اندازه گیری پارامترها راندمان تولید را بسیار افزایش می دهد. سیستم های هیدروپونیک هوشمند به صورت اتوماتیک فرایند رشد را کنترل می کنند. شدت نور، pH، هدایت الکتریکی، دمای آب، رطوبت نسبی به صورت اتوماتیک قابل اندازه گیری خواهد بود (Alipio et al. 2019).

مزایای کشت هیدروپونیک را می توان به صورت زیر بیان کرد

۱. به دلیل نبود خاک و علف هرز عملیات کشاورزی ساده تر است
۲. در کشت هیدروپونیک فقط درصدی از آبی که در کشت خاکی مصرف می شود استفاده می شود. زیرا آب ها هدر نرفته و توسط علف های هرز نیز مصرف نمی شود.
۳. راندمان تولید محصول در کشت هیدروپونیک بسیار بالا و گیاهان از سرعت رشد زیادی برخوردار هستند (Salari et al. 2009)

### نانو تکنولوژی در کشاورزی

نانو فناوری در تعریفی بسیار ساده: یعنی تکنولوژی هایی که در ابعاد نانومتری عمل می کنند. نانومتری واحد

اندازه‌گیری است و برابر یک میلیارد متر یا ۱۰ به توان ۹ متر است. برای نانو تکنولوژی کاربردهایی را در حوزه های مختلف از جمله: غذا، دارو، پزشکی، بیوتکنولوژی، الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد هوا فضا و امنیت ملی برشمرده‌اند.

با استفاده از نانو سنسورها مشخص می شود که هر قسمت کوچک از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط زیست جلوگیری و سلامت محصولات افزایش یافته در نتیجه بازده اقتصادی را ممکن می‌سازد.

ویژگی های مطلوب را از طریق مهندسی ژنتیک در مواد غذایی وارد نمود و از این طریق طعم غذاها را بهبود بخشید؛ و مثلاً با استفاده از نانو نقره خوارک طیور را مغزی نموده و دوره تکمیل چرخه تولید مرغ را کاهش داد. تغییر زائقه یا بعبارتی بازار پسندی گیاهان را می‌توان به کمک نانو تکنولوژی بهبود بخشید. مثلاً در تایلند با تغییراتی در DNA برنج، قادر به ایجاد تغییراتی در رنگ برنج از ارغوانی به سبز شده‌اند، یا استفاده از سیلیس استخراج شده از پوسته برنج در سنتز نانو حفرات سیلیکاتی مغناطیسی در این طرح سنتز مواد نانو حفره سیلیکاتی MCM-۴۱ و Mag MCM-۴۱ با استفاده منبع سیلیس طبیعی استخراج شده از پوسته برنج انجام شده است. پوسته برنج دارای بیش از ۲۵ درصد سیلیس در ساختار خود است که استخراج آن با روش کلیسنه<sup>۱</sup> کردن منبع به محصول با خلوص بیش از ۹۵ درصد می‌شود.

امکان تولید کودها و مواد شیمیایی سازگار با محیط زیست که برای تغذیه گیاه یا حفظ آن در برابر حشرات کاربرد نیز دارد، با استفاده از نانو وجود دارد- ایجاد سیستم های هوشمند برای پیشگیری و درمان بیماری های گیاهی- بازیافت ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی

تخلیص و نمک زدایی آب به کمک نانوتکنولوژی از زمینه های مورد توجه در دفاع پیشگیرانه و امنیت زیست محیطی است. - خلق وسایل جدید برای پیشرفت در تحقیقات بیولوژی و سلولی

از دیگر زمینه های جذاب که در فناوری نانو مطرح است می توان به استفاده از گیاهان در تولید مستقیم مواد اولیه در صنعت فناوری نانو اشاره نمود. از کاربردهای آنها می توان به افزایش ماندگاری غذا، تغییر خواص، افزایش ارزش غذایی و تغییر مزه اشاره نمود. ساختارهای نانویی می توانند گلخانه هایی در حجم کم اما انبوه پدید آورند که تقریباً با اندازه ای برابر ۱۰ درصد کل مزارع زیر کشت در حال حاضر، می توانند جمعیت کنونی جهان را تغذیه نمایند.

استفاده از فناوری نانو برای تولید قطره چکان های تنظیم کننده فشار و مقاوم به نفوذ ریشه، لوله های پلاستیکی تراوا و لوله های رسی، از مهمترین دستاوردهای فناوری نانو در علم آبیاری می باشند که با استفاده از آنها راندمان آبیاری از ۳۰-۴۰ درصد به ۹۲-۹۳ درصد افزایش می یابد. با توجه به اینکه ۹۴ درصد از منابع آبی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و با وجود خشکسالی های پی در پی، دستیابی به این میزان افزایش در راندمان مصرف آب می تواند کمک انکار ناپذیری برای خروج از بحران آب در پی داشته باشد. در این زمینه استفاده از یک هسته

<sup>۱</sup> Calcination اصطلاحی در علم مواد و شیمی است که به حرارت دادن مواد برای پیرولیز، حذف رطوبت تشکیل ترکیبات واسطه، انجام واکنش در حالت جامد گفته می‌شود. به زبان عامیانه کلیسنه کردن یعنی ماده را برای مدت زمان مشخصی در دمای مشخص در کوزه بگذاریم تا یک سری مواد داخل آن پرت شود.

نانویی برای آمیخته شدن پلاستیک و علف کش هنگام ساخت لوله های پلاستیکی سبب شده است که از تجمیع ریشه و شکسته شدن لوله هنگام استفاده از آن در آبیاری زیرزمینی جلوگیری شود. امروزه فناوری نانو علاوه بر اصلاح انواع محصولات کشاورزی در مقابل تنش های گرمایی، بیماری ها و آفات، می تواند آن ها را در مقابل خشکسالی نیز مقاوم سازد. فیلترهای نانو در کشاورزی و برای استفاده در آبیاری مزارع نیز می تواند به کار برده شود. نانوفیبرهایی اکسید آلومینیم با اندازه های ۲ نانومتر، قادرند ویروس ها، باکتری ها و کیست ها را در آب از بین ببرند.

### مکانیزاسیون کشاورزی

در تعریف مکانیزه کردن کشاورزی مجموعه ای از علوم و فنون کاربردی است که مطالعه، شناخت و به کارگیری انواع مختلف ماشین آلات، در مراحل مختلف تولید و در فرآوری محصولات کشاورزی را امکان پذیر می کند. یا استفاده از وسایل و ادوات مکانیکی و به عبارت کلی تر استفاده از تکنولوژی روز در کشاورزی برای افزایش بهره وری بارعایت پایداری محیط زیستی می باشد. مکانیزاسیون استفاده از تکنولوژی روز در کشاورزی برای رسیدن به توسعه پایدار است. معنی خاص مکانیزاسیون شامل تکنولوژی ماشینی و مسائل مرتبط با آن در کشاورزی است، در حالی که معنی عام آن تمام مسائل و تجزیه و تحلیل های کلی مرتبط با کشاورزی و مدیریت آن ها را شامل می شود.

جدول ۱: اهداف مکانیزاسیون

۱	افزایش تولید، کاهش فقر و امنیت غذایی (FAO UN, 2020b)
۲	کاهش هزینه ها
۳	کاهش سختی کار کشاورزی و افزایش جذابیت آن
۴	افزایش بهره وری از نیروهای کارگری
۵	افزایش کیفیت کشت و زمانبندی مناسب
۶	انجام به موقع عملیات کشاورزی
۷	کاهش رد پای محیط زیستی بخش کشاورزی
۸	حفاظت از اکوسیستم و خدمات اکوسیستمی
۹	حفاظت خاک، حفاظت آب، مصرف انرژی کمتر
۱۰	فعالیت های پایدار حفظ منابع در تولید و توزیع غذا (FAO UN, 2020b)

Source: FAO UN, 2020b

### کشاورزی ارگانیک

تاکید بر ورودی های کشاورزی، بر مدیریت اکوسیستم تاکید دارد. پتانسیل اثرات محیط زیستی و اجتماعی را بررسی می کند. بدین منظور استفاده از ورودی های سنتز شده مانند موارد زیر استفاده نمی شود.

a. کودهای شیمیایی و حشره کش ها

b. داروهای تجویز شده دامپزشکی

c. بذرهای دستکاری شده ژنتیکی

d. استفاده از نگهدارنده ها، افزودنی ها و پرتوها

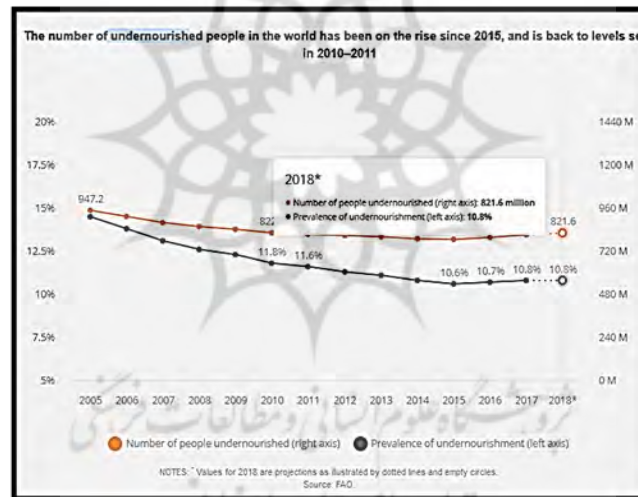
به جای فعالیت های بالا، مدیریت های تخصصی برای هر زمین یا مزرعه اعمال می شود که قدرت باروری خاک حفظ می گردد و از حمله حشرات و بیماری ها پیشگیری می شود. کشاورزی ارگانیک ویژگی های زیر را دارد.

۱- یک سیستم کلی نگر در مدیریت تولید است. باعث حفظ سلامتی اکوسیستم های کشاورزی می شود. به حفظ تنوع زیستی و چرخه های بیولوژیکی و فعالیت های بیولوژیکی خاک کمک می کند.

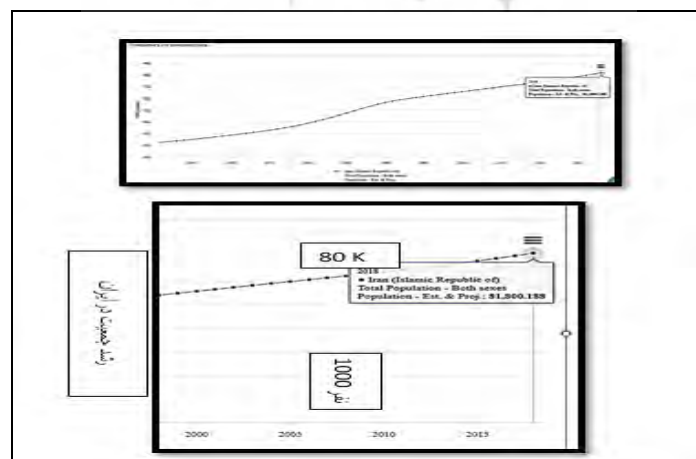
شرایط منطقه‌ای به سازگاری سیستم‌های محلی وابسته است و اقتصاد کشاورزی و روش‌های بیولوژیکی و مکانیکی را در نظر می‌گیرد. برای استقرار برنامه کشاورزی ارگانیک چه در سطح منطقه‌ای و چه ملی مهمترین اقدام و در واقع اولین اقدام آمایش سرزمین است این دو بحث از هم جدا نیستند و آمایش سرزمین برای استقرار برنامه ارگانیک به عنوان محور اصلی برنامه توسعه ارگانیک محسوب می‌شود. در راستای افزایش امنیت غذایی، ارتقاء کیفیت و ارزش افزوده محصولات کشاورزی، لزوم شناسایی دقیق و مستند مناطق مستعد تولید محصولات سالم و ارگانیک کشور احساس می‌شود. بر اساس نقشه تعیین شده در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ ایران باید در زمینه محصولات ارگانیک سهم خوبی را به خود اختصاص دهد و از آنجا که حدود ۴ سال بیشتر به پایان این سند باقی نمانده باید برنامه‌ها را با سرعت و شتاب بیشتری پیش ببریم. در قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه تعریف مشخصی برای محصولات ارگانیک، روش‌های تولید و شناسایی مناطق غیررسمی ارگانیک و نیز شناسایی مناطق مستعد ارگانیک نشده است و تنها به این مورد بسنده می‌کند که ۲۵ درصد از کل محصولات کشاورزی باید به صورت ارگانیک تولید شود.

### کمبود غذا، پدیده گرسنگی و سوء تغذیه

محصولات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ لازم است تا ۵۰٪ افزایش یابد که غذای جمعیت در حال رشد کره زمین تأمین شود (FAO, 2020). از سال ۲۰۱۵ تاکنون افرادی که سوء تغذیه دارند در حال افزایش و در سال ۲۰۱۸ به ۸۲۱/۶ میلیون نفر رسیده است. آمار جهانی سوء تغذیه در شکل زیر نشان داده شده است (Moogouei et al. 2020).



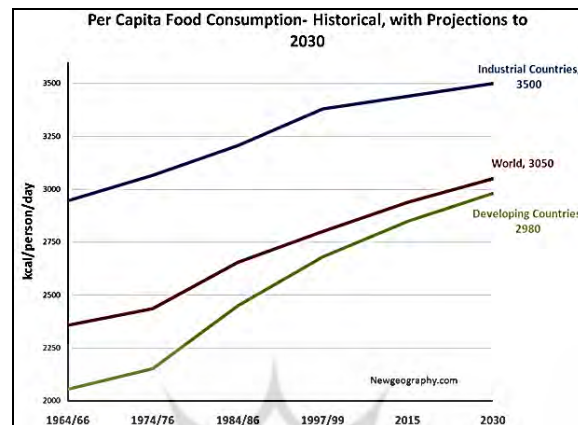
نمودار ۱: تعداد افراد مواجه با فقر غذایی در جهان فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ (بالا) Source: Research Findings, 2020



نمودار ۲: تغییر رشد جمعیت ایران بین سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۸ Source: (Iran Statistic Center, 2020)



همانگونه که در شکل انمایش داده شده است، آمار جهانی مرتبط با سوء تغذیه از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۵ نزولی و بعد از آن سیر صعودی داشته است. این آمار در آسیا نزولی و تنها در آسیای غربی است که بعد از سال ۲۰۱۰ آمار مربوط به سوء تغذیه سیر صعودی دارند. بنابراین لازم است برای تأمین سلامت جمعیت در این مناطق، سوئی تغذیه در اولویت قرار بگیرد. با توجه به نمودار بالا، رشد جمعیت در کشور صعودی و نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی و کشاورزی می‌باشد. داشتن زمین های کشاورزی و استفاده از تکنولوژی‌هایی که نیاز به مصرف کم آب دارند می‌تواند در مدیریت سوء تغذیه موثر باشد (Anríquez et al. 2013)

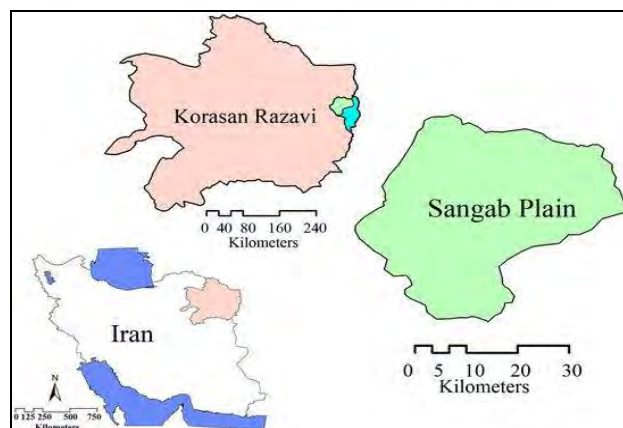


نمودار ۳: مقایسه مصرف سرانه غذا (FAO, 2020a) Source:

در شکل بالا مصرف سرانه غذا در کشورهای در حال توسعه با کشورهای صنعتی مقایسه شده همچنین با میانگین جهانی مقایسه شده است. سرانه مصرف غذا از سال ۱۹۶۴ تا ۲۰۱۵ در هر سه بخش کشورهای در حال توسعه، کشورهای صنعتی و آمار جهانی رشد صعودی دارد. سطح سرانه کالری روزانه دریافتی در کشورهای صنعتی بیش از متوسط جهانی و کشورهای در حال توسعه است و پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰، سرانه روزانه دریافت کالری برای هر فرد در کشورهای صنعتی ۳۵۰۰ کیلو کالری و این عدد برای جهان و کشورهای در حال توسعه به ترتیب ۳۰۵۰ و ۲۹۸۰ کیلو کالری باشد.

### کشاورزی هوشمند و مدرن

کشاورزی هوشمند یک مفهوم نوپا است که به مجموعه روش‌های مدیریت زمین‌های کشاورزی با استفاده از فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی مدرن به منظور افزایش کیفیت و کمیت محصولات اطلاق می‌شود. تکنولوژی‌ها و تجهیزات کشاورزی هوشمند که کشاورزان امروزه می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند. همچنین از این تکنولوژی در مدیریت محیط زیست استفاده زیادی می‌شود (Soltanabadi et al. 2021)

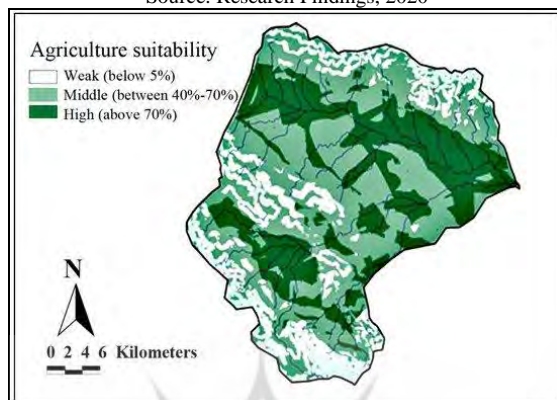


نقشه ۱: کاربرد GIS در یافتن مکان‌های مناسب کاربری کشاورزی در شمال شرقی ایران (Memarbashi et al. 2017) Source:

جدول ۲: کشاورزی هوشمند

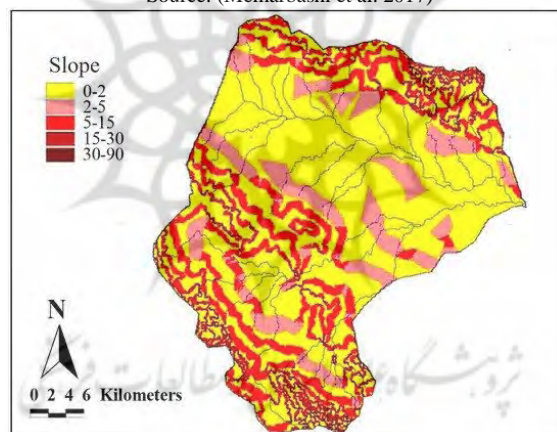
الف- سنسورها	سنسورهایی مانند سنسور آب، خاک، نور، رطوبت و مدیریت دما از جمله مهم‌ترین سنسورهای مطرح‌شده در کشاورزی هوشمند هستند که به‌مراتب کار کشاورزان ساده‌تر و آسان‌تر می‌کنند و باعث می‌شوند این فاکتورها به طور اصولی در گلخانه یا باغ و مزرعه تنظیم شوند. برای مثال سیستم آبیاری هوشمند که اطلاعات را از سنسورها جمع‌آوری می‌کند و دستورات از پیش تعیین‌شده را به عملگرها ارسال می‌کند که باعث می‌شود آب‌پاش فعال یا غیرفعال شود، یکی از کاربردهای این سنسورها در کشاورزی مدرن و هوشمند می‌باشد.
ب- نرم‌افزار	نرم‌افزارهای تخصصی کشاورزی هوشمند، یکی دیگر از ملزومات کشاورزی مدرن هستند. این نرم‌افزارهای با کمک پلتفرم‌های اینترنت اشیا فعالیت می‌کنند. اپلیکیشن‌ها و برنامه‌های کشاورزی و باغبانی متعددی برای نصب در گوشی‌های هوشمند وجود دارد. به کمک این اپلیکیشن‌ها می‌توان زمین کشاورزی، باغ یا آغل را از خانه و کیلومترها دورتر مدیریت و اداره کرد. برای مثال از اپلیکیشن‌های مخصوص مدیریت ایستگاه پمپاژ می‌توان برای هوشمندسازی این ایستگاه‌ها استفاده کرد که به طور خودکار فشار آب را کنترل و تنظیم می‌کند و دیگر نیازی به سرکشی متعدد نخواهد بود.

Source: Research Findings, 2020



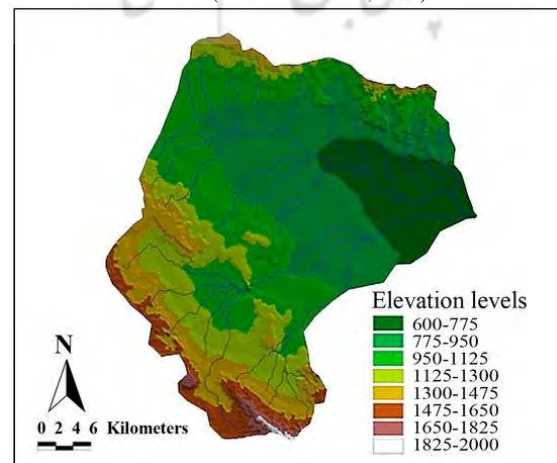
نقشه ۲: مکان‌های مناسب کشاورزی در شمال شرقی ایران با استفاده از GIS

Source: (Memarbashi et al. 2017)



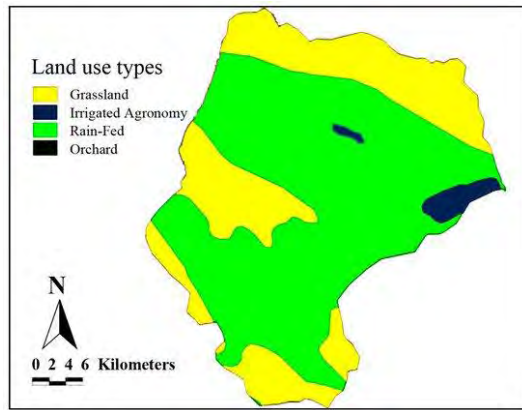
نقشه ۳: نقشه شیب

Source: (Memarbashi et al. 2017)



نقشه ۴: نقشه سطوح ارتفاعی

Source: (Memarbashi et al. 2017)



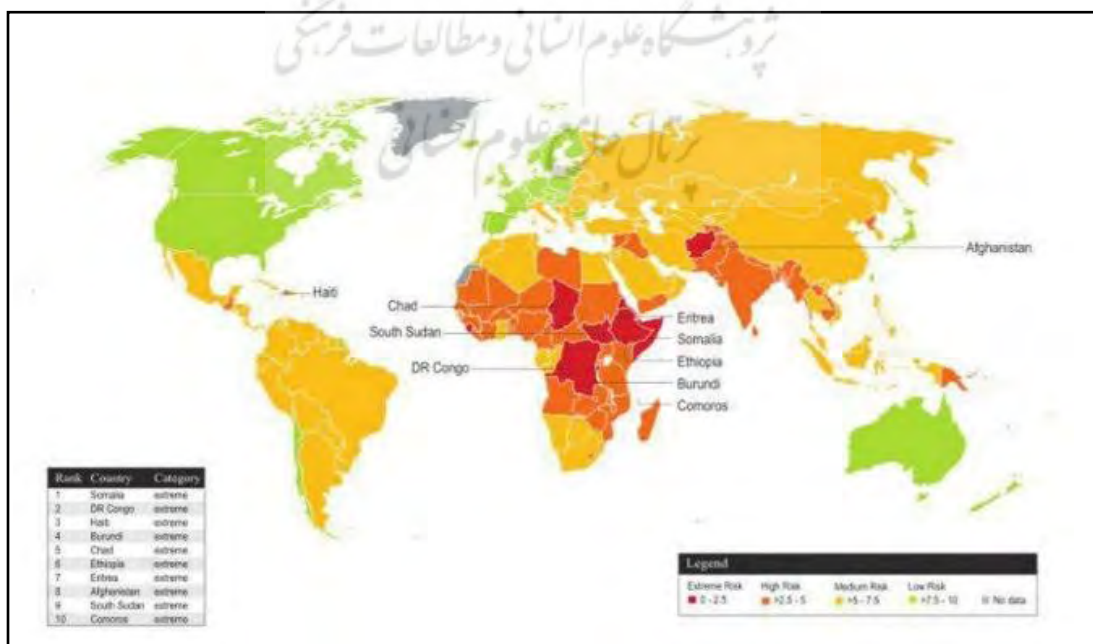
نقشه ۵: نقشه انواع کاربری (Memarbashi et al. 2017) Source:

## امنیت غذایی

سالانه ۶۰۰ میلیون نفر بر اثر مصرف غذاهای آلوده به ویروس، باکتری، سموم و مواد شیمیایی بیمار و ۴۲۰ هزار نفر جان خود را از دست می دهند (FAO, 2020).

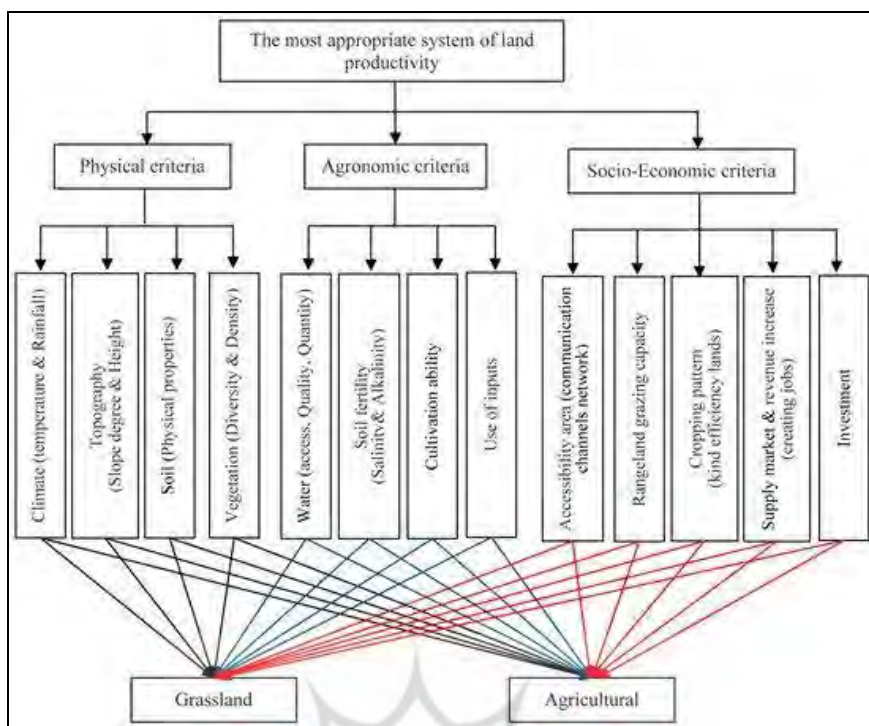
### جدول ۳: تحقق امنیت غذایی

۱	تضمین ایمن بودن غذا. دولت ها معمولاً تضمین کننده سالم و ایمن و مغذی بودن محصولات غذایی عرضه شده می باشند. بنابراین سیاست گذاران باید در راستای پایداری در سیستم تولید غذا و کشاورزی، هدف گذارینموده و با استانداردهای بین المللی مانند کدکس آلیمنتاریوس همکاری نمایند.
۲	تولید کنندگان غذا لازم است از مولفه های تولید به گونه ای استفاده نمایند که در سطح جهانی، امنیت غذایی تضمین شود. این فرایند تولید سازگار با محیط زیست و در راستای کاهش اثرات گلخانه ای باشد. تولید کنندگان باید سلامت گیاهان و جانوران را در نظر گرفته و ویژگی ضد میکروبی مواد غذایی را تقویت نمایند تا مرگ ۷۰۰ هزار نفر در سال ناشی از عفونت های میکروب های مقاوم شده را کاهش دهند.
۳	تضمین ایمنی مواد غذایی در مرحله عرضه و فروش، با اجرای استانداردهایی مانند HACCP می توان از مرحله فرآوری تا خرده فروشی، این زنجیره را کنترل نمود. در همه این مراحل ارزیابی ریسک انجام می شود. فرآوری مناسب، انبار کردن مواد غذایی و حفاظت مواد غذایی، از اتلاف مواد غذایی جلوگیری و به حفظ ارزش غذایی آن کمک می کند. تولید کنندگان غذا با این شرایط قادر هستند در تجارت جهانی غذا به ارزش ۱/۶ تریون دلار آمریکا مشارکت نمایند (FAO UN, 2020a).
۴	کنترل غذا. مصرف کنندگان، متقاضی غذای سالم و ایمن هستند. چون اطمینان از ایمنی غذا فرایند پیچیده ای می باشد، مصرف کنندگان باید در بازه های زمانی مختلف به اطلاعات قابل اعتماد و شفاف در مورد ارزش غذایی و ریسک بیماری زایی محصولی که انتخاب می کنند، دسترسی داشته باشند. سرمایه گذاری در آموزش مصرف کنندگان در مورد امنیت غذایی، پتانسیل کاهش بیماری های ناشی از غذا ایجاد می کند که این سرمایه گذاری نسبت به یک دلار هزینه شده تا ۱۰ برابر بازگشت سرمایه دارد. Source: Research Findings, 2020.
۵	تشکیل تیم های ایمنی: مسئولیت تضمین ایمنی غذایی با بخش های مختلفی می باشد. دولت ها، تشکیلات اقتصادی منطقه ای، سازمان های بین المللی، آژانس های توسعه، سازمان های بین المللی، گروه های تولید کننده و مصرف کننده، موسسات دانشگاهی و تحقیقاتی و بخش خصوصی باید با هم در همکاری نزدیکی باشند. همکاری های ملی، منطقه ای و بین المللی درون مرزی و برون مرزی ریسک جهانی بیماری زایی با منشاء مواد غذایی را کنترل کرده و کاهش می هد. (Research Findings, 2020)



نقشه ۶: وضعیت امنیت غذایی در جهان (FAO, 2020a) Source:

## سیستم‌های کشاورزی و معیارهای دسته بندی آنها



شکل ۱: کاربرد تحلیل سلسله مراتبی در تعیین اولویت معیارهای کشاورزی

Source: (Memarbashi et al. 2017)

جدول ۴: تقسیم بندی سیستم های کشاورزی بر مبنای معیارهای مختلف

۱	در دسترس بودن منابع طبیعی شامل آب، سرزمین، نواحی چرای دام، جنگل
۲	اقلیم
۳	ویژگی های ارتفاعی
۴	سیمای سرزمین شامل شیب
۵	اندازه مزرعه
۶	اختیارات سازمانی و تصدی گری
۷	الگوی غالب فعالیت‌های مزرعه
۸	معیشت خانوارها
۹	محصولات زراعی و دام های اهلی
۱۰	درختان
۱۱	آبزی پروری
۱۲	شکار و گردهمایی ها
۱۳	فرآوری و فعالیت‌های خارج از مزرعه

Source: Research Findings, 2020

بر اساس معیارهای اشاره شده می‌توان سیستم های مختلفی از کشاورزی را انتخاب نمود. استفاده از سیستم های سنجش از دور و هوش مصنوعی تاب آوری سیستم های تولید در کشاورزی را افزایش می‌دهد (Jung et al. 2020) یکی از چالش هایی که امروزه کشاورزان با آن روبرو هستند، تأمین نیروی کار است که با افزایش هزینه‌ها همراه است استفاده از ماشین آلات برداشت و کاشت ترکیب روند کار را ساده می‌کند. تولید و زمان دو مؤلفه مهم در کشاورزی هستند. بنابراین، کاشت و برداشت به موقع همچنین اطمینان از ذخیره شدن محصول در زمان مناسب در موفقیت کشاورزی دارای اهمیت زیادی است. استفاده از فن آوری مدرن در کشاورزی تضمین می‌کند که کشاورزان در کمترین زمان ممکن مقدار زیادی غذا تولید کنند. از فناوری GPS در توسعه سمپاش‌ها و تراکتورهای بدون نیاز به

راننده استفاده شده است که چنین فناوری در کشاورزی بسیار مهم است و باعث پیشرفت بهتر و کارآمدتر روشهای کشاورزی می‌شود. این سیستم ها خطاهای انسانی را برطرف می‌کند و در مصرف سوخت و تجهیزات صرفه جویی می‌کنند و کشاورزی را وارد یک گذار اقتصادی می‌نمایند (Janc et al. 2019)

### افزایش کمی محصولات کشاورزی

یکی از چالش‌هایی که امروزه کشاورزان با آن روبرو هستند، تأمین نیروی کار است که با افزایش هزینه‌ها همراه است استفاده از ماشین‌آلات برداشت و کاشت ترکیب روند کار را ساده می‌کند. تولید و زمان دو مؤلفه مهم در کشاورزی هستند. بنابراین، کاشت و برداشت به موقع همچنین اطمینان از ذخیره شدن محصول در زمان مناسب در موفقیت کشاورزی دارای اهمیت زیادی است. استفاده از فن‌آوری مدرن در کشاورزی تضمین می‌کند که کشاورزان در کمترین زمان ممکن مقدار زیادی غذا تولید کنند. از فناوری GPS در توسعه سمپاش‌ها و تراکتورهای بدون نیاز به راننده استفاده شده است که چنین فناوری در کشاورزی بسیار مهم است و باعث پیشرفت بهتر و کارآمدتر روشهای کشاورزی می‌شود. این سیستم ها خطاهای انسانی را برطرف می‌کند و در مصرف سوخت و تجهیزات صرفه جویی می‌کنند و کشاورزی را وارد یک گذار اقتصادی می‌نمایند (Janc et al. 2019).

افزایش کمی محصولات کشاورزی معمولاً به روش‌های زیر انجام می‌شود.

افزایش سطح زیر کشت: این کار با وسایل مکانیکی به سهولت قابل انجام است که در این عملیات از ادوات مکانیکی کشاورزی استفاده می‌شود.

افزایش بازده و شدت کشت: افزایش بازده نیازمند تکنولوژی‌های تولید محصولات زراعی، استفاده از کودها و تکنولوژی‌های آبیاری است. این تکنولوژی‌ها لازم است کمترین فشار را بر محیط زیست وارد نموده و میزان کربن کمتری تولید و بر اثرات گلخانه‌ای نیفزاید.

افزایش کیفی محصول از مهمترین عوامل افزایش درآمد روستایی است. اگر عمق کاشت، زمان برداشت، نحوه برداشت به صورت مناسب توسط ماشین‌آلات کشاورزی در مورد محصول صورت گیرد بازدهی به مقدار بسیار زیاد افزایش می‌یابد. کاهش هزینه‌ی تولید و اثرات آن را در کشورهایی چون ایران که تعداد کارگر کم است با مکانیزه کردن درست، به وضوح می‌توان رؤیت کرد. اگر کارشناس مکانیزاسیون از نحوه کار ماشین اطلاع کافی نداشته باشد و از طرفی هزینه‌ی نگهداری و تعمیر وسایل زیاد باشد هزینه‌ی تولید محصول کاهش نمی‌یابد که این امر با مفهوم مکانیزاسیون کشاورزی مغایر است. مکانیزاسیون در دو مبحث فنی و اقتصادی مطرح می‌شود. در بعد فنی آن، مسائل مربوط به ماشینی‌کردن کشاورزی و در بعد اقتصادی، مدیریت مناسب برای افزایش درآمد و کاهش هزینه‌ها مد نظر قرار می‌گیرد. افزایش سطح مکانیزاسیون لزوماً به مفهوم افزایش هزینه‌های خرید تراکتور نیست.

الف- اقدامات مرتبط با ارتقاء خاک

تراز بندی منطقه و شخم زدن مناسب، ایجاد سد خاکی در میان شیارهای شخم، مدیریت باقیمانده‌های کشاورزی، جایی که مقدار، جهت و توزیع محصولات کشاورزی و باقیمانده گیاهان در خاک مدیریت می‌شود نیز در جلوگیری از هدرروی آب نقش دارد. زیرا توان خاک برای نگهداری رطوبت افزایش و تبخیر از سطح کاهش می‌یابد. اقدامات مناسب در سیستم‌های توزیع آب نیز می‌تواند منجر به افزایش کارایی مصرف آب شود. اگر از کانال برای تحویل



آب به مزرعه استفاده شود، سیمان کردن کف کانال از زهکشی آب می‌کاهد. همچنین ساخت کانال‌های زیرزمینی نیز از تبخیر آب جلوگیری و در افزایش کارایی مصرف آب موثر است (AFED, 2020).

### منابع آب جایگزین

شامل استفاده از پساب تصفیه شده یا برداشت از آب باران می‌باشد. آبیاری با پساب هم دفع و هم استفاده محسوب می‌شود و در واقع یک روش موثر دفع فاضلاب است که عبور کم سرعت آن از خاک باعث تصفیه می‌شود. با این حال درجاتی از تصفیه لازم است در پساب‌های شهری خام اعمال شود که برای کشاورزی، آبیاری فضای سبز یا آبی‌پرووری قابل استفاده باشد. کیفیت پساب تصفیه شده مورد استفاده در کشاورزی تأثیر زیادی در عملکرد کشاورزی و عملکرد سیستم پساب- خاک- گیاه یا سیستم پرورش آبزیان دارد. در مورد آبیاری، کیفیت پساب مورد نیاز به محصول یا محصولاتی که باید آبیاری شوند، شرایط خاک و سیستم توزیع پساب بستگی دارد. از طریق ایجاد محدودیت در انتخاب نوع محصول و انتخاب سیستم‌های آبیاری که ریسک سلامتی را به حداقل می‌رساند، می‌توان درجه تصفیه پساب قبل از استفاده را کاهش داد. رویکرد مشابهی در سیستم‌های پرورش آبزیان امکان‌پذیر نیست و باید کنترل بیشتری بر تصفیه پساب انجام شود. مناسب‌ترین روش تصفیه پساب که باید قبل از استفاده در کشاورزی اعمال شود، تصفیه ای است که پساب را با رعایت استاندارد و دستورالعمل‌های موجود از نظر کیفیت میکروبیولوژیکی و شیمیایی تصفیه و با هزینه کم و حداقل نیازهای عملیاتی و نگهداری تولید و مورد استفاده قرار دهد. در کشورهای در حال توسعه این کاربرد مشکلات قابل توجهی دارد زیرا سیستم‌های تصفیه از کارایی قابل اعتمادی برخوردار نیستند. در بسیاری از جاها بهتر است که به جای اتکا به یک سیستم تصفیه پیشرفته برای تصفیه فاضلاب، سیستمی طراحی شود که یک بخش اندکی پذیرنده فاضلاب باشد. طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب معمولاً براساس نیاز به کاهش بارهای آلی و جامدات معلق برای محدود کردن آلودگی محیط زیست صورت می‌گیرد. حذف پاتوژن به ندرت به عنوان یک هدف در نظر گرفته شده است، اما، برای استفاده مجدد از پساب‌ها در کشاورزی، این مسئله اکنون باید مورد توجه اصلی قرار گیرد و فرآیندها باید متناسب با آن انتخاب و طراحی شوند. تصفیه پساب و حذف مواد تشکیل دهنده فاضلاب که ممکن است برای گیاهان زراعی، گیاهان آبی (ماکروفیت‌ها) و ماهی‌ها سمی یا مضر باشد از نظر فنی امکان‌پذیر است اما به طور معمول از نظر اقتصادی امکان‌پذیر نیست. در کشورهای در حال توسعه داده‌های زیادی در مورد تصفیه‌خانه‌های پساب موجود نیست و در برخی موارد این پارامترها شامل پارامترهای کیفی آب مناسب برای کشاورزی نیست.

### انواع روش‌های آبیاری و راندمان مصرف آب

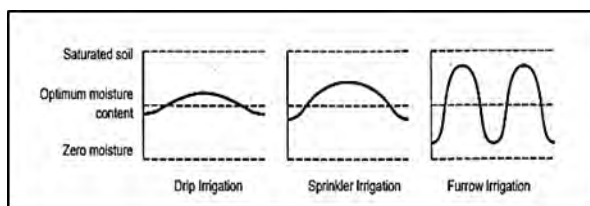
با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، کشاورزی متکی به آبیاری است. با توجه به اینکه کشاورزی بزرگترین مصرف‌کننده آب در ایران است، در نزدیک به دو دهه گذشته، تلاش بر افزایش کارایی آب در این بخش بوده است. یکی از مهمترین راه‌کارها توسعه سامانه‌های نوین آبیاری است که بخش اعظم هزینه‌های مرتبط با توسعه این سامانه‌ها از بودجه داخل کشور، تولید شده یا می‌شود. اما گزارش‌های معتبر بین‌المللی و ملی نشان می‌دهد که توسعه این سامانه‌های نوین آبیاری نقش موثری در کاهش برداشت آب از منابع آبی نداشته است و آبی که با افزایش راندمان قابلیت صرفه جویی داشته، یا منجر به توسعه سطح زیرکشت شده یا محصولات آب بر دیگری جانشین

این محصولات شده اند. از نکات مهم در آبیاری سنتی و نوین زمان آبیاری مزارع است. بسیاری از محصولات کشاورزی به دلیل کم آبی یا بی آبی از بین میروند و دلیل عمده آن کاهش رطوبت خاک و نرسیدن آب به موقع به محصولات است. اولین قدم در جهت مقابله با بحران کم آبی، بهینه سازی مصرف می باشد. با توجه به راندمان پایین آبیاری در ایران اصلاح الگوی مصرف در این بخش می تواند راهگشا باشد. بهبود روش های آبیاری و روش های انتقال و ذخیره آب در کشورمان که متوسط بارندگی آن ۲۵۰ میلی متر در سال است می تواند به رونق صنعت کشاورزی و حل معضل خشکسالی کمک به سزایی کند. استفاده از سیستم های هوشمند که با اندازه گیری رطوبت خاک مزارع و بررسی وضعیت آب و هوا با حداقل مصرف آب به صورت خودکار اقدام به آبیاری می کند از روش های نوین ارائه شده می باشد. روش های مختلفی برای آبیاری وجود دارد که به کاهش مصرف آب منتهی می شود. برخی از این روش ها در زیر توضیح داده شده اند. علاوه بر این ترکیبی از این سیستم ها نیز می تواند در استفاده مجدد آب برای آبیاری سیستم به کار رود که برای مدیریت مصرف آب در کشاورزی بسیار سودمند است (Wu et al. 2019).

جدول ۵: انواع روش های آبیاری و راندمان مصرف آب

۱	سیستم Furrow (شخم):	ایجاد کانال های موازی کوچک در طول مزرعه و در جهت شیب غالب آب بر اثر نیروی جاذبه از بالای شیار به سمت پایین آن جاری می شود. راندمان آبیاری در این سیستم ۵۰ تا ۷۰ درصد می باشد. مطالعات نشان داده است استفاده از این سیستم در آبیاری، بازده بذر و کارایی جذب نیتروژن را در گندم زمستانه افزایش می دهد (Dianyong et al. 2021).
۲	آبیاری در سطح خاک - (level basin irrigation)	در این روش مقدار کنترل شده ای از آب در یک زمان کوتاه سطح خاک را می پوشاند. کارایی این روش ۶۰ تا ۸۰ درصد است. Source: Research Findings, 2020
۳	آبیاری مرزی Border irrigation	در این روش زمین به قطعات باریکی تقسیم می شود. در مرز این قطعات آبریز طراحی شده که آب را در جهت شیب مزرعه حرکت می دهد. راندمان این روش بین ۶۰ تا ۷۵ درصد است. در مناطق خشک آبیاری عمیق نسبت به آبیاری مرزی مقدار بیشتری آب را ذخیره و تبخیر و تعرق را کاهش می دهد (Wang et al. 2020).
۴	آبیاری بارانی (Sprinkle irrigation)	یکی دیگر از روش های نوین آبیاری در دنیا که از نوع آبیاری تحت فشار بوده و به نوعی باران مصنوعی برای زمین کشت، ایجاد می کند. در این روش آب از منبع وارد شبکه لوله کشی، شده و سپس از خروجی هایی به نام آب پاش با فشار و به شکل قطرات متناوب ریز و درشت خارج می گردد. Source: Research Findings, 2020
۵	آبیاری آب پاش های ثابت Set Soild irrigation	نصب یک ست آب پاش در بالای زمین که راندمانی بین ۶۰ تا ۸۰ درصد دارد. Source: Research Findings, 2020
۶	آبیاری با آب پاش های متحرک Set move irrigation	آب پاش ها دو بار در روز با چرخ های مخصوص حرکت می کنند تا کل مزرعه آبیاری شود. راندمان این روش ۶۰ تا ۷۵ درصد است.
۷	سیستم های متحرک Moving	در این روش تجهیزات در اطراف یک محور می چرخند و محصولات زراعی آبیاری می شوند راندمان این روش ۷۵ تا ۹۵ درصد است. شاخص های محیط زیستی اجتماعی در طراحی استفاده از این سیستم در کشاورزی نقش مهمی دارند (Ge et al. 2020)
۸	آبپاش متحرک Gun (Travelling system)	تفنگ یا آب پاش متحرک است. در طول مزرعه حرکت و آب پاش بعد از اتمام کار به صورت اتوماتیک به ماشین باز می گردد. راندمان این روش ۵۵ تا ۶۵ درصد است (Bjorneberg et al. 2013).
۹	آبیاری قطره ای	این روش از دسته روش های آبیاری جدید تحت فشار است که آسانترین راه جهت برطرف کردن نیاز رطوبت و آب در گیاهان و خاک در مکان و زمان مناسب بوده و قابل کنترل به شمار می آید. مکانیزم روش آبیاری قطره ای به این صورت است که آب در شبکه لوله کشی با فشار از منبع تغذیه پمپاژ و به کمک قطره چکان ها به صورت قطرات ریز و یا اسپری مانند در سطح زمین زراعی پخش می شود. همچنین در بین راه و درون لوله ها فیلترهای سیلیکونی جهت تصفیه تعبیه شده است راندمان این روش بین ۸۰ تا ۹۵ درصد است Source: Research Findings, 2020
۱۰	آبیاری زیر سطحی	در این روش آب در ناحیه ریشه گیاه تحویل می شود. راندمان مصرف آب در این روش ۵۰ تا ۸۰ درصد است. Source: Research Findings, 2020

Source: Research Findings, 2020



تصویر ۱: مقایسه سیستم‌های مختلف آبیاری

Source: Research Findings, 2020

### افزایش کارایی آب در بخش کشاورزی

افزایش کارایی آب در بخش کشاورزی با تصمیم‌گیری در بخش‌های زیر امکان‌پذیر می‌باشد.

≠ نوع محصول زراعی - برنامه زمان بندی آبیاری - روش‌های آبیاری - اقدامات مرتبط با ارتقاء خاک

≠ منبع آب

### اصلاح الگوی مصرف

اصلاح الگوی مصارف مواد غذایی استراتژی مناسبی برای کاهش مصرف آب است. مثلاً تولید یک کیلوگرم سیب زمینی ۱۰۰ لیتر آب لازم دارد در حالی که تولید یک کیلوگرم گوشت گوساله ۱۳۰۰۰ لیتر آب لازم دارد. بنابر تجارب جهانی تولید محصولاتی با مصرف کمتر آب برای کشوری با شرایط ایران می‌تواند استراتژی موثری باشد.

Water requirement as compared to ordinary grass				
30% less	10% less	Same	10% more	30% more
Citrus	Cucumber	Carrots	Barley	Paddy rice
Olives	Radishes	Crucifers	Beans	Sugarcane
Grapes	Squash	(Cabbage, Cauliflower, Broccoli, etc.)	Maize	Bariana
		Lettuce	Flax	Tobacco
		Melons	Small grains	Nuts and fruit trees with cover crops
		Onions	Cotton	
		Peanuts	Tomato	
		Peppers	Eggplant	
		Spinach	Lentils	
		Tea	Millet	
		Grass	Oats	
		Cacao	Peas	
		Coffee	Potatoes	
		Clean cultivated nuts & fruit trees	Safflower	
			Sorghum	
			Soybeans	
			Sugarbeet	
			Sunflower	

جدول ۶. نیاز آبی محصولات زراعی در زمان پیک مصرف نسبت به سبزیجات استاندارد

Source: FAO, 2020a

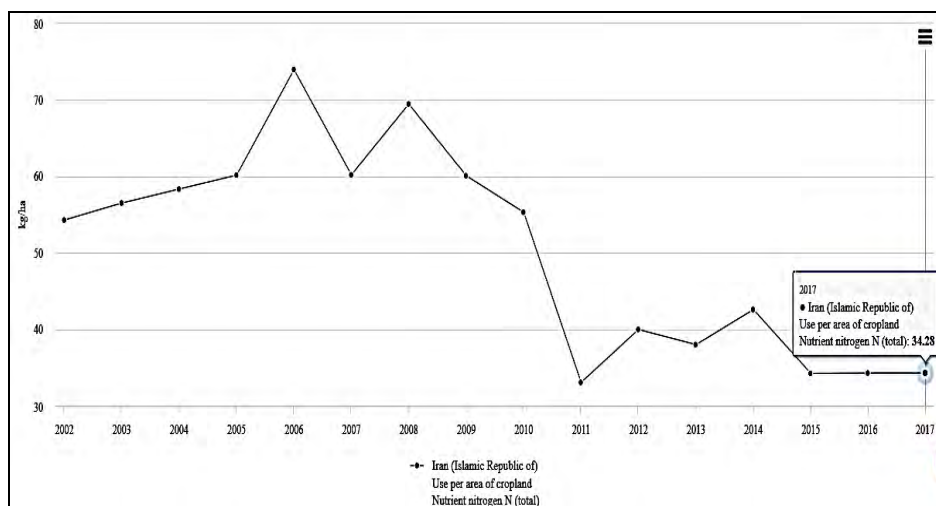
### شاخص مصرف کودهای شیمیایی در کشاورزی

در بخش کشاورزی از کودهای شیمیایی برای افزایش بازده محصول استفاده می‌شود. این کودها به سه دسته عمده زیر تقسیم می‌شوند:

۱- کودهای شیمیایی نیتروژنی ۲- کودهای شیمیایی فسفات ۳- کودهای پتاسه  $K_2O$

از نظر شاخص مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی میزان مصرف به ازای سطح زیر کشت محصولات زراعی، در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ در ایران به شکل نمودار زیر تغییر نموده است. در سال ۲۰۱۷ این رقم به ۳۴/۲۸ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافته است. این مقدار برای شاخص کودهای فسفات  $P_2O_5$  ۵/۹۵ کیلوگرم در هکتار است. این شاخص برای کودهای شیمیایی پتاسه ۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

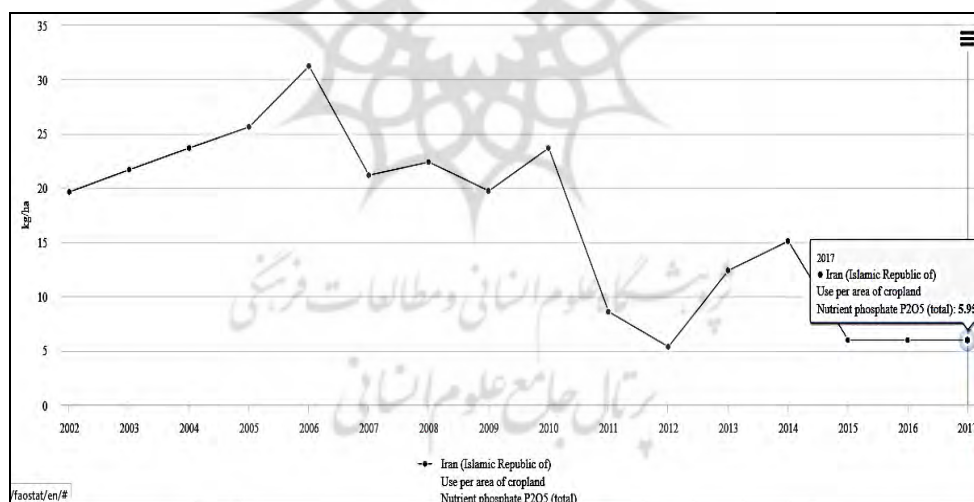




نمودار ۵: شاخص مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن

Source: FAO, 2020a

مصرف کود شیمیایی نیترات بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ در شکل ۲۰ نمایش داده شده است. نیتروژن غذایی از ۳۰ تا ۸۰ کیلوگرم بر هکتار در ستون عمودی نمایش داده شده است. در فاصله سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ مصرف کودهای نیتروژنی نرخ صعودی و تقریباً در بیشتر سال‌ها تا ۲۰۱۱ نرخ نزولی داشته است. سپس در یک دوره ۴ ساله نمودار روند افزایشی کاهشی نشان می‌دهد تا در سال ۲۰۱۵ به سطح مصرف ثابت ۳۴/۲۸ کیلوگرم به ازای هر هکتار رسیده و تا سال ۲۰۱۷ در این سطح ثابت مانده است. آخرین آمار موجود در فائو برای سال ۲۰۱۷، کاهش قابل توجه این کود را در هر هکتار نشان می‌دهد که نشان از فعالیت‌های پایدار کشاورزی دارد.

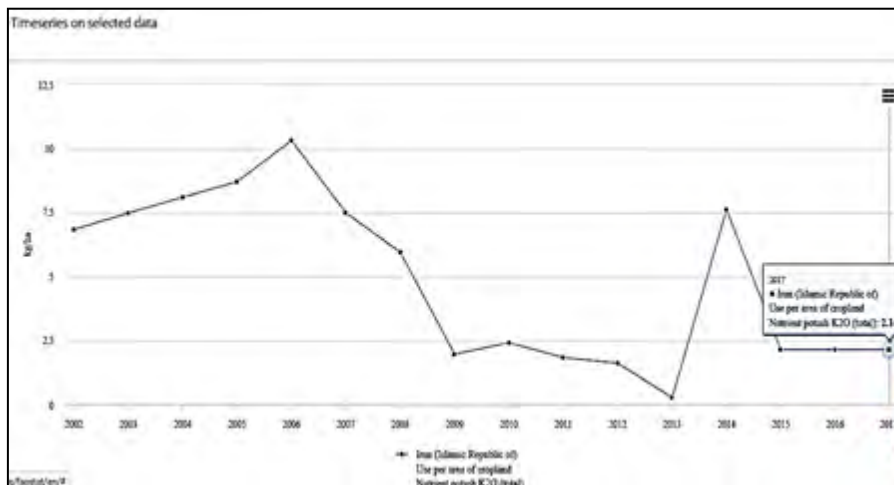


نمودار ۶: شاخص مصرف کودهای شیمیایی فسفات در ایران

Source: FAO, 2020a

همانگونه که در شکل ۲۱ نمایش داده شده است مصرف کودهای فسفات از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ افزایشی بوده است. از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ تقریباً روند کاهشی داشته. از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ مجدداً افزایش، در سال ۲۰۱۵ کاهش و تا ۲۰۱۷ ثابت مانده است. سطح ثابت ۵/۹۵ کیلوگرم در هر هکتار تا سال ۲۰۱۷ ادامه داشته است. مصرف پتاس  $K_2O$  نیز همانگونه که در شکل ۲۲ نمایش داده شده است، از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ افزایشی و سپس تا سال ۲۰۱۳ تقریباً روند کاهشی داشته است. در سال ۲۰۱۴ با یک افزایش ناگهانی به سطح بیش از ۷/۵ کیلوگرم بر هکتار رسیده است.

دوباره در سال ۲۰۱۵ به سطح ۲/۱۴ کیلوگرم بر هکتار رسیده و تا سال ۲۰۱۷ ثابت مانده است. این روند کاهشی نیز در راستای توسعه پایدار کشاورزی حرکت نموده است.



نمودار ۷: شاخص مصرف کودهای پتاسه در ایران

Source: FAO, 2020a

### فرسایش خاک

فرسایش خاک یک معضل برای کشاورزی در نواحی استوایی و نیمه خشک می‌باشد و به علت اثرات دراز مدتش بر روی حاصلخیزی خاک و کشاورزی پایدار، از اهمیت زیادی برخوردار است. فرسایش همچنین با رسوبگذاری، آلودگی و تشدید سیلاب‌ها باعث وارد آمدن صدمات محیطی می‌شود. سه عامل درصد تراکم پوشش گیاهی، درصد سنگریزه درشت (۷۵-۱۳ میلی متر) در لایه سطحی خاک و همچنین درصد شیب زمین به ترتیب مهمترین عوامل تعیین کننده میزان فرسایش خاک می‌باشند. بنابراین مدیریت پوشش گیاهی و همچنین مدیریت شیب اولین گام در جهت کاهش پتانسیل خاک منطقه نسبت به فرسایش می‌باشد. استراتژی مهم حفاظت خاک از اثرات نامطلوب کشاورزی به شرح زیر است:

تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خاک کشور از نظر کانی‌شناسی محیط زیستی و زمین شناسی پزشکی و کشاورزی برای استفاده بهینه از خاک در راستای بررسی ظرفیت بیماری‌زایی خاک و تأمین امنیت غذایی و توسعه پایدار با در نظر گرفتن ساختار زمین‌شناختی و شیمیایی زمین (ژئوشیمیایی) با همکاری سازمان، وزارتخانه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، نیرو، صنعت، معدن و تجارت و سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- فرسایش خاک شامل جدا شدن ذرات خاک از محل خود، جابجایی، انتقال و ترسیب آن توسط عوامل طبیعی یا انسانی می‌باشد. جلوگیری از فرسایش خاک از استراتژی‌های حفاظت خاک محسوب می‌شود.

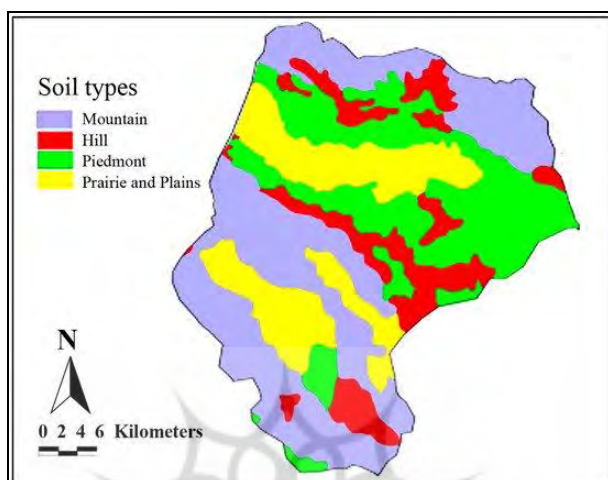
- حفظ حاصلخیزی خاک: شامل استعداد خاک در زمینه تأمین مواد مورد نیاز برای تغذیه و فراهم نمودن شرایط مناسب رشد گیاهان است.

- حفظ پایداری خاک: حفظ وضعیتی که در آن توان تولیدی بالقوه و بالفعل خاک در مدت طولانی حفظ شود.

- حفاظت خاک: مجموعه اقداماتی که به منظور پیشگیری و کنترل آلودگی و تخریب و فرسایش خاک و تبعات آن انجام می‌شود و موجب تقویت پایداری خاک یا سبب افزایش حاصلخیزی آن می‌شود.

۵- اصول فنی بهره‌برداری پایدار: اصولی که به منظور بهره‌برداری از خاک با توجه به ظرفیت قابل تحمل و توان بازدهی آن منطبق بر سیاست‌های کلی آمایش سرزمین در راستای اهداف توسعه پایدار تدوین می‌شود.

- کاهش اتلاف و ضایعات مواد غذایی یک روش مهم برای کاهش هزینه‌های تولید بوده و بهره‌وری سیستم غذایی را افزایش می‌دهد به امنیت غذایی و تغذیه افراد کمک و محیط زیست را به سمت پایداری می‌برد. ۱۴٪ مواد غذایی از مرحله قبل از درو تبدیل به پسماند می‌شود. لازم است کل چرخه تولید تا مصرف مواد غذایی بررسی شود تا هدرروی آن کنترل و کاهش یابد.

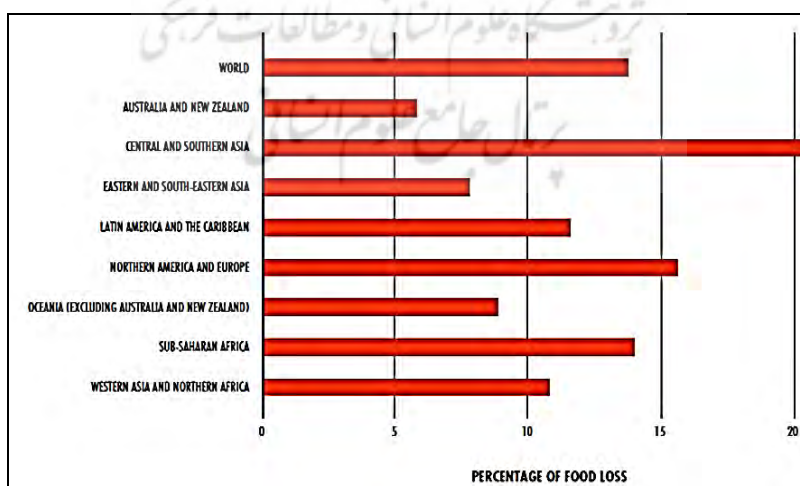


نقشه ۷. نقشه نوع خاک

Source: Memarbashi et al. 2017

#### مدیریت پسماندهای محصولات کشاورزی و مواد غذایی

کاهش اتلاف و ضایعات مواد غذایی یک روش مهم برای کاهش هزینه‌های تولید بوده و بهره‌وری سیستم غذایی را افزایش می‌دهد به امنیت غذایی و تغذیه افراد کمک و محیط زیست را به سمت پایداری می‌برد. ۱۴٪ مواد غذایی از مرحله قبل از درو تبدیل به پسماند می‌شود. لازم است کل چرخه تولید تا مصرف مواد غذایی بررسی شود تا هدرروی آن کنترل و کاهش یابد.

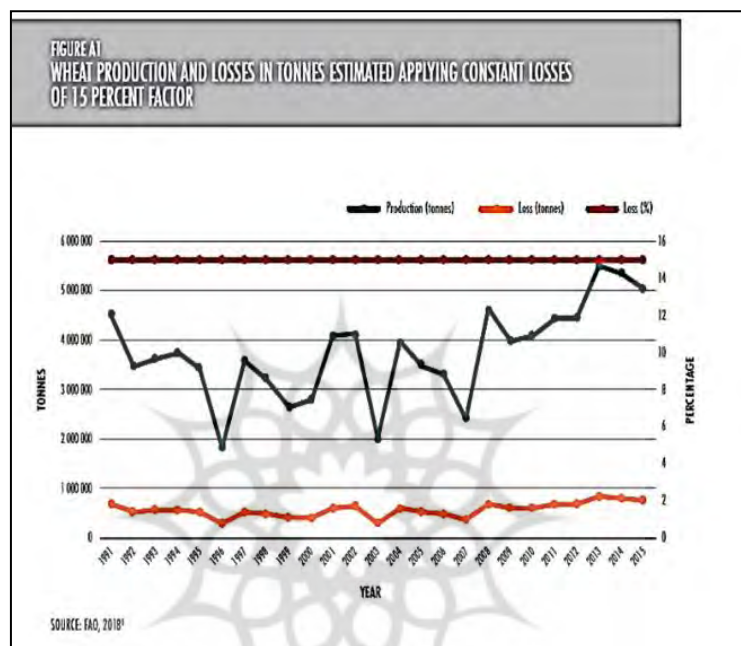


نمودار ۸. درصد ضایعات مواد غذایی در بخش‌های مختلف دنیا بعد از برداشت محصول تا توزیع

Source: FAO, 2020a

بعد از برداشت محصول تا مرحله توزیع درصد هدر روی غذا در شکل فوق نشان داده شده است. بیشترین میزان هدر روی با مقداری حدود ۲۱ درصد به آسیای جنوبی و مرکزی تعلق دارد. بعد از آن بیشترین میزان هدرروی مواد

غذایی متعلق به آمریکای شمالی و اروپا است با روندی معادل ۱۶ درصد. متوسط جهانی مقدار هدرروی را حدود ۱۴ درصد برآورد نموده است. کمترین میزان هدر روی محصولات غذایی از مرحله پس از برداشت تا مرحله توزیع به استرالیا و نیوزلند با نرخ کمی کمتر از حدود ۷ درصد تعلق دارد. سایر بخش شامل آسیای شرقی و جنوب شرقی حدود ۸ درصد، آمریکای لاتین و سواحل کارائیب حدود ۱۲ درصد، اقیانوسیه (غیر از استرالیا و نیوزلند) حدود ۸/۵ درصد، ساب ساهاران آفریقا حدود ۱۴ درصد و آسیای غربی و شمال آفریقا حدود ۱۱ درصد است. مقدار تناژ گندم تولیدی و هدر روی آن در شکل زیر نمایش داده شده است. بر اساس اعلام فائو در سال ۲۰۱۸، هدر روی گندم معادل ۱۵ درصد و با وزنی کمتر از یک میلیون تن بوده است.



نمودار ۹. میزان تولید گندم به تن، میزان اتلاف و ضایعات

Source: FAO, 2020a

مقدار تناژ گندم تولیدی و هدر روی آن در شکل ۲۴ نمایش داده شده است. بر اساس اعلام فائو در سال ۲۰۱۸، هدر روی گندم معادل ۱۵ درصد و با وزنی کمتر از یک میلیون تن بوده است.

### نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

افزایش جمعیت جهان و رشد مصرف، در حوزه غذا اهمیت کشاورزی در دهه های اخیر را بالا برده و باعث شده تا کشورها برای تأمین امنیت غذایی خود، برنامه ریزی در حوزه اشتغال و کسب درآمد و رونق اقتصادی به فکر استفاده از یافته های علمی و تحقیقاتی و استفاده از فناوری در بخش کشاورزی باشند که این راهکارها موجب می شود تا بهره وری در این بخش ارتقا پیدا کرده و تولید محصولات به شکل جهشی افزایش پیدا کند. در حال حاضر نیاز به مدرن شدن کشاورزی کشور و فاصله گیری از کشاورزی سنتی و رسیدن به مرز خودکفایی در محصولات استراتژیک به جهت تأمین و حفظ امنیت غذایی جامعه بیش از پیش حایز اهمیت شده است، اهتمام فرا بخشی و همه جانبه با در نظر گرفتن اولویت های آمایش سرزمین در بخش کشاورزی و استفاده شیوه های علمی و فناورانه می توان امیدوار به خوداتکایی و تحقق اهداف مورد اشاره در مقاله بود. با توجه به اقلیم نسبتاً خشک کشور ایران و به طبع آن محدودیت و تنش های ناشی از منابع آب در کشور و از یک سو و همچنین محدودیت خاک (قابل

توجه نبودن میزان اراضی قابل کشت) سوی دیگر ضرورت گام برداشتن به سمت کشاورزی مدرن و علمی در کشور را بیش از پیش نمایان کرده است. شرایط تغییر اقلیم و اثرگذاری مستقیم آن بر محصولات کشاورزی و تأمین غذای جمعیت همچنین محیط زیست پایدار در کشوری مانند ایران که با تنش آبی و کم آبی روبرو است، بدون شک نیازمند توجه به هوشمند سازی مدیریت و فن آوری هوشمند است. بنابر این هرچه حجم داده افزایش می یابد، تکنیک های تحلیلی قوی قادر به پردازش و تجزیه و تحلیل های بیشتری خواهند بود. در نتیجه پیش بینی های بسیار دقیق امکان پذیرتر می شوند. فناوری های نوین در این بخش امیدوار است که دو هدف مهم یعنی اقتصاد مقاوم و سودآور و تولید بهتر را محقق کند. استفاده از فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته ای و پیشتاز در رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه های علمی و صنعتی، به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانیده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد. ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آن ها، در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره زمین است. کاربردهای فناوری نانو در کشاورزی شامل ارتقای بهره وری عملیات های مختلف زراعی به واسطه استفاده از ژئولیت های نانومتخلخل جهت رهاسازی آرام و موثر عناصر غذایی کودهای شیمیایی و قطرات آب، استفاده از نانوکپسول ها به منظور آزادسازی کنترل شده آفت کش ها و مدیریت کارآمد آفات و ناقلین عوامل بیماری زا، بکارگیری نانوحسگرها جهت ردیابی آفات و موارد بشمار دیگر است. بدون شک با بهره گیری از مزایای فناوری نانو به عنوان یک فناوری پیشرفته ی نوظهور در بخش کشاورزی، می توان به نتایج مطلوبی از جمله تضمین امنیت غذایی و توسعه ی کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست در کشورها و نواحی در حال توسعه ی جهان دست یافت.

- هوشمند سازی و اصلاح سیستم و ساختار آبیاری مزارع و باغات کشاورزی همچنین بهینه نمودن مصرف آب از ضروری ترین امور گذار از سنت به مدرنیته در این بخش می باشد. هدف هوشمند سازی کاهش مصرف منابع و تأثیر آن بر محیط زیست است. علاوه بر این، مفهوم اینترنت اشیا هنگامی که توسط بسیاری از دستگاه های هوشمند که با اینترنت ارتباط برقرار می کنند و تحت تأثیر قرار می گیرند بیشتر حس می شود. تأثیر استفاده از سامانه های مدیریت هوشمند آبیاری مزارع کشاورزی با استفاده از اینترنت اشیا نشان می دهد که با توجه به بحران کمبود آب در ایران و ارزش بالای این سرمایه بزرگ در بخش کشاورزی ضروری است که در مصرف این سرمایه ملی صرفه جویی به عمل آید و از این سرمایه بزرگ به بهترین نحو استفاده شود برای تحقق این هدف طراحی و ساخت ایستگاه سرور مرکزی سیستم هوشمند و کنترل آبیاری مزارع کشاورزی براساس دریافت و پردازش اطلاعات مورد نیاز بایستی پیش بینی و پیاده سازی گردد. همچنین با استفاده از سنسورهای رطوبت خاک محیط اندازه گیری شده و با توجه به نیاز واقعی گیاه به آب، پردازش لازم روی آن ها انجام گیرد، در این مدل سرور مرکزی فرمان های لازم به عملگرها داده تا آبیاری با هدف کاهش هدر رفتن آب، هزینه (حذف نیروی انسانی) و مدیریت زمان برای کشاورز و افزایش تولید محصول نسبت به سیستم آبیاری دستی انجام شود. استفاده از این سیستم جهت تعیین زمان دقیق آبیاری هیچگونه وابستگی زمانی نداشته و طبق الگوریتم آبیاری و بنا به حد نیاز واقعی گونه گیاهی، آبیاری را تعریف می نماید. دو سیستم آبیاری قطره ای هوشمند و دستی، با استفاده از سیستم آبیاری هوشمند علاوه بر افزایش عمر بوته، افزایش میزان عملکرد محصول، کاهش هزینه های کارگری و غیره می تواند در بر داشته باشد؛ که گامی

مؤثر در مدیریت بهینه مصرف کاهش آب است. استفاده از روش دیگر هوشمند سازی هیدروپونیک (آب کشت) این مدل کشت مزایای متعددی مانند عملکرد بالا، نیاز به نیروی کار کم، عدم نیاز به رعایت تناوب کشت، کنترل علف‌های هرز، یکنواختی رشد گیاهان، حداقل اتلاف آب، عدم رقابت گیاهان برای آب و عناصر غذایی، امکان اعمال تأمین مواد غذایی متناسب با نیازهای گیاهان، استفاده کمتر از مواد شیمیایی و در نتیجه سالم تر بودن محصولات کشاورزی دارد. مزیت دیگر این سیستم، قابلیت اجرا و استفاده از آن در سطوح مختلف اعم از سطوح وسیع گلخانه‌ای به شکل تجاری و سطوح کوچک خانگی می‌باشد. در محیط‌های خانگی با استفاده از فضاهای بلااستفاده نظیر پشت بام‌های منازل، درون ساختمان‌ها، پارکینگ‌ها و ... نیز می‌توان به راحتی محصولات مورد نیاز را به صورت ارگانیک تولید نمود. با در نظر داشتن مزایای متعدد سیستم‌های کشت هیدروپونیک، با استفاده از این روش با بهره‌گیری از افراد متخصص و جوان کشور، ضمن کارآفرینی و ایجاد اشتغال، با تولید محصولات ارزشمند به توسعه اقتصاد کشور نیز می‌توان کمک نمود.

بررسی علل و عوامل توجه به آمایش سرزمین در توسعه پایدار (محیط زیست) - تاکید این نکته که رسیدن به توسعه پایدار در هر زمینه‌ای بدون توجه به فرآیند آمایش سرزمین و ارزیابی توان اکولوژیکی در سطح محلی، منطقه‌ای یا ملی امکان‌پذیر نمی‌باشد یعنی شرط رسیدن به توسعه پایدار در هرگونه فعالیت و کاربری‌ای این است که ابتدا توان اکولوژیکی سرزمین برای آن کاربری بررسی شود؛ و سپس اقدام به اقدام به برنامه‌ریزی و اجرا نمود باتوجه به اهمیتی که کشاورزی در توسعه اقتصادی - اجتماعی کشور دارد. ارزیابی توان اکولوژیکی و استفاده از GIS و کاربرد های متنوع آن برای فعالیت کشاورزی امری ضروری می‌باشد. استفاده از ابزار و ادوات نرم افزاری جغرافیایی از ملزومات پیشبرد کشاورزی مدرن می‌باشد و در امتداد آن تاثیر برنامه‌ریزی آمایش سرزمین در استفاده بهینه از امکانات موجود و نیل به خوداتکایی هدفمند و کاربردهای نرم افزارهایی مانند GIS با توجه به قدرت و دقتی که دارند می‌توانند به عنوان یک جزء تکمیلی در اختیار بخش‌های تصمیم ساز مختلف دولتی و خصوصی قرار گرفته و کمک شایانی در این خصوص به بهره برداران ارائه نماید. چراکه داده‌های بسیار متنوعی نظیر گزارش‌های زمینی، گزارش‌های آماری سالانه، مطالعاتی در زمینه تولید سالهای قبل، اطلاعات ماهواره‌های هواشناسی و تجزیه و تحلیل‌های بسیاری نظیر تعیین مقدارافزایش یا کاهش تولید در مقایسه با سالهای قبل یا آنالیزهای پیچیده‌تری مانند استفاده از کامپیوتر در شبیه‌سازی رشدیک نوع محصول با استفاده از داده‌های هواشناسی و داده‌های مربوط به نوع خاک و چگونگی بهره‌گیری از آن برای تولید محصولات کشاورزی، میتوان انجام داد. بیشتر این اطلاعات می‌توانند با استفاده از مشاهدات ماهواره‌ای به دست آیند. هرچند بسیاری از سازمانهای مربوط به کشاورزی و کاربری اراضی Landuse هم اکنون از تکنیک‌های GIS بهره می‌گیرند. ولی گسترش و عمومیت بخشیدن به این امر در بین خود کشاورزان همچنان مغفول مانده که بایستی در این زمینه بستر مناسبی فراهم و آموزشهای لازم به کاربران داده شود که تمامی ارکان درگیر بتوانند از آن بهره مند گردند. در حوزه جمعیتی و مطالعات آمایشی آن بکار گیری آمار و اطلاعات مانند تعداد افراد، جنس، نقطه جدایی و تاثیر پذیری مناطق شهری روستایی، حاشیه‌ای و غیره نسبت به یکدیگر از جمله راهکارهای کمک به بخش اقتصادی کشاورزی و تنوع تولیدات آن است.

- برنامه‌ریزی فضایی با توجه به اینکه فضا جزولاینفک از سطوح برنامه‌ریزی شهری است؛ و تمامی اهداف در جهت گسترش شهرها، بر پایه فضا و توسعه اراضی شکل می‌گیرد، لذا طراحی و برنامه‌ریزی‌های جامع در سطوح

مختلف شهری و تاثیرات آن بر حوزه های مختلف از جمله کشاورزی به برنامه ریزی فضایی نیازمند است. تشریح سطوح مختلف مانند برنامه ریزی فضایی و کالبدی، علم تقسیم زمین، کاربریهای اجتماعی و اقتصادی به برنامه ریزان و مدیران شهری این کمک را می کند که با بهره گیری از روشهای متنوع برنامه ریزی الگوهای فضا و ایجاد اهداف، وبکارگیری همه پتانسیلهای لازم، در شهرها و استفاده بهینه از فضا و اراضی، در جهت ایجاد توسعه متوازن شهری گام مهمی را برداشته و زمینه های برابری شهروندان در جهت ساخت شهری، الگوهای اجتماعی و الگوهای اقتصادی که میتواند به توسعه و عدالت دست پیدا کرد را فراهم نمود. توان اکولوژیکی مناطق به منظور کشت انواع محصولات با مدل سازی مکانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی از مهم ترین راهکارهایی است که می تواند با ترکیب روش های آماری و داده های مکانی، زمینه را برای سنجش عوامل محیطی و تناسب اراضی برای کشت یک محصول خاص فراهم آورد؛ که این مهم نیز با بکارگیری و استفاده از نظریه ها و تجربیات کشورهای پیشرفته، تدوین و تطبیق آن با توجه به بستر (سرزمین ایران) تلفیق برنامه های آمایشی مدون که از پیش نیازهای تحقق کشاورزی مدرن و توسعه پایدار می باشد. مورد انتظار است؛ و در نهایت برای رونق بخش کشاورزی کشور باید به نقش و تاثیر تکنولوژی، همچنین مبحث آمایش سرزمینی و تلفیق آن در برنامه ریزی با ایجاد بستر مناسب رابطه مستقیم و معناداری ایجاد نموده و در یک راستا و بصورت متوازن اقدام و عمل شود، انتظار می رود برنامه ریزان توجه ویژه ای به این امر نمایند بطوری که میزان و نوع کشت محصولات و حتی تعداد فارغ التحصیلان مورد نیاز برای فعالیت در بخش کشاورزی نیز نیاز سنجی شود. مدیران و سیاستگذاران برنامه های خود را براساس برنامه آمایش سرزمین و توسعه پایدار تبیین نموده و از متخصصان این رشته در تمامی ارکان اسفاده نمایند. اساس برنامه ریزی های آتی با نگرش آمایشی تبیین و تدوین گردد، در برنامه پنجم اصلاحی انجام و سرعت و دقت برنامه ها براساس پایش و عملکرد آمایشی مورد بازبینی قرارگیرد. هرچند طی سالهای اخیر و با حمایت های دولت اقدامات خوبی برای علمی کردن کشاورزی و استفاده از فناوری های روز در این بخش از جمله در حوزه های دامپروری، زراعت و باغبانی، آبیاری، تولید کود و بذر و ... در کشور برداشته شده است اما موثر و کافی نیستند. سرمایه گذاری دولت در این بخش نقشی مثبت برای رشد بلند مدت در بر خواهد داشت و نتیجه همکاری بازیگران بخش خصوصی و دولتی قطعاً به پویایی این بخش کمک شایانی خواهد نمود. هزینه های عمومی که بازارهای جدیدی را در کنار فناوری اطلاعات، بیوتکنولوژی، فناوری نانو و امروزه فناوری سبز<sup>۱</sup> به وجود خواهد آورد از دیگر مزیت های این طرح است. بطوری که سرمایه گذاری در فناوری، همچنین در سیاست های مرتبط که اجازه می دهد نوآوری ها به طور کامل انجام و مستقر شود همچنین بر بهره وری کلیه بخشها تأثیر می گذارد؛ و با نگاهی به گذشته میتوان دریافت که بدون سیاست های حومه شهری، انقلاب تولید انبوه به طور کامل اتفاق نمی افتد. آنچه امروز مورد نیاز است یک سیاست مدون بلند مدت و آرمانی متمرکز بر پیرامون است، مثلاً در سیاست اقتصاد سبز، جایی که بخش دولتی می تواند در مناطقی با شدت سرمایه بالا سرمایه گذاری کند و ریسک بالای فناوری که بخش خصوصی نمی تواند آن را لمس کند؛ و یا اتخاذ سیاست هایی که باعث می شود مصرف کنندگان بیشتر الگوی مصرف و زندگی خود را تغییر دهند.<sup>۲</sup> از راهکارهای اثر بخش در این حوزه می باشد.

<sup>۱</sup>-Mazzucato ۲۰۱۳a

<sup>۲</sup> Mazzucato and Perez 2014



## References

- Abbasi, D. Mahdavi Hajiloui, M. Sarvar, R. Kardvani, P. 2020. Identifying the most important empowerment factors for rural employment (Case study: Kaboodarahang central part villages), Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Autumn) 2020, Vol. 12. No 4
- Abbasi, F. Sohrab, F. Abbasi, N. 2016. Irrigation efficiencies of temporal and spatial changes in Iran, Institute of Technical and Engineering Research, Agriculture
- AFED, 2020. Water efficiency in agriculture, [www.afed.ir/](http://www.afed.ir/)
- Alipio, M., Cruz, A.E.M., Doria, J.D.A. and Fruto, R.M., 2019. On the design of Nutrient Film Technique hydroponics farm for smart agriculture. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(3), pp.315-324.
- Anonymous, 2020. Top 5 Modern agriculture Technologies that Made Farming Smarter, available at: [www.theenterpriseworld.com](http://www.theenterpriseworld.com)
- Anríquez, G. Daidone, S. and Mane, E. 2013. Rising food prices and undernourishment: A cross-country inquiry. *Food Policy*, 38, pp.190-202.
- Bjorneberg D.L, IRRIGATION | Methods, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2013. 11-Sep-13 doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2
- Boursianis, A.D. Papadopoulou, M.S. Diamantoulakis, P. Liopa-Tsakalidi, A. Barouchas, P. Salahas, G. Karagiannidis, G. Wan, S. and Goudos, S.K. 2020. Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review. *Internet of Things*, p.100187.
- Bu, F. and Wang, X. 2019. A smart agriculture IoT system based on deep reinforcement learning. *Future Generation Computer Systems*, 99, pp.500-507.
- Clay, N. and Zimmerer, K.S. 2020. Who is responsible in Africa's Green Revolution? Intensification and Climate Smart Agriculture in Rwanda. *Land Use Policy*, 97, p.104558.
- Dianyong Jia, Xinglong Dai, Mingrong He, 2021. Calculation framework for agricultural irrigation water consumption in multi-source irrigation systems, *Agricultural Water Management*, Volume 244, 1 February 2021, 106606
- FAO, 2020. Agriculture and the environment: changing pressures, solutions and trade-offs, [FAO.org](http://www.fao.org)
- FAO UN, 2020a. *Food Security and Sustainable Development Goals: Opportunities and Challenges*, available at: <http://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1194118/>
- FAO, 2020a, Organics. Available at: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO UN, 2020b, Sustainable Agricultural Mechanization, available at: <http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/overview/what-is-sustainable-mechanization/en/>
- Ge, M. Wu, P. Zhu, D. Zhang, L. and Cai, Y. 2020. Optimized configuration of a hose reel traveling irrigator. *Agricultural Water Management*, 240, p.106302.
- Griggs, F. Thomas, 2009, California Riparian Habitat Restoration Handbook, Second edition, River Partners, [www.RiverPartners.org](http://www.RiverPartners.org)
- Iran Statistic Center, 2020, Iran Statistical Year Book, Tehran, Iran.
- Issad, H.A. Aoudjit, R. and Rodrigues, J.J. 2019. A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(4), pp.511-525.
- Janc, K. Czapiewski, K. and Wójcik, M. 2019. In the starting blocks for smart agriculture: The internet as a source of knowledge in transitional agriculture. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, p.100309.
- Jung, J. Maeda, M. Chang, A. Bhandari, M. Ashapure, A. and Landivar-Bowles, J. 2020. The potential of remote sensing and artificial intelligence as tools to improve the resilience of agriculture production systems. *Current Opinion in Biotechnology*, 70, pp.15-22.
- Laurett, R. Paço, A. and Mainardes, E.W. 2020. Measuring sustainable development, its antecedents, barriers and consequences in agriculture: An exploratory factor analysis. *Environmental Development*, p.100583.



- Mazhar, R. Ghafoor, A. Xuehao, B. and Wei, Z. 2020. Fostering Sustainable Agriculture: Do Institutional Factors Impact the Adoption of Multiple Climate-Smart Agricultural Practices among New Entry Organic Farmers in Pakistan? *Journal of Cleaner Production*, p.124620.
- Kwon, H.I. Koh, D.C. Jung, Y.Y. Kim, D.H. and Ha, K. 2020. Evaluating the impacts of intense seasonal groundwater pumping on stream-aquifer interactions in agricultural riparian zones using a multi-parameter approach. *Journal of Hydrology*, 584, p.124683.
- Miles, B. Bourenane, E.B. Boucherka, S. and Chikhi, S. 2020. A study of LoRaWAN protocol performance for IoT applications in smart agriculture. *Computer Communications*.
- Moogouei, R. Ameri Siahouei, R. Lachinani, A. 2020. Modern Agriculture, Sustainable Agriculture, Farhightegan Daneshgah, Tehran, Iran.
- Salari et al. .... nntt ehlll ggy ddd it's llll ictt inn in rrr lll miii ci,, rr mntt e ff Hrraal Miii ii ne (herbal Medicine and food), 2(3).
- Sannigrahi, S. Chakraborti, S. Joshi, P.K. Keesstra, S. Roy, P.S. Sutton, P. Kreuter, U. Paul, S.K. Sen, S. Bhatt, S. and Rahmat, S. 2019. Examining effects of green revolution led agricultural expansion on net ecosystem service values in India using multiple valuation approaches. *arXiv preprint arXiv:1909.10742*.
- Tongwane, M.I. Moeletsi, M.E. and Tsubo, M. 2020. Trends of carbon emissions from applications of nitrogen fertiliser and crop residues to agricultural soils in South Africa. *Journal of Environmental Management*, 272, p.111056.
- Soltanabadi, Mohsen, Karegar, Bahman, Sarvar, Rahim, 2021. Measuring of Human Assembly Density on the Urban Sprawling by using of Remote Sensing Techniques, *Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Winter) 2021*, Vol. 13. No 1.
- Tongwane, M.I. Moeletsi, M.E. and Tsubo, M. 2020. Trends of carbon emissions from applications of nitrogen fertiliser and crop residues to agricultural soils in South Africa. *Journal of Environmental Management*, 272, p.111056.
- United Nations Environment Programme, 2019. Agriculture and ENVIRONMENT, UNEP.org
- USDA, 2020. Real GDP per capita growth rate and share of US exports. Available at: [www.ers.usda.gov](http://www.ers.usda.gov)
- Wang, Y. Li, S. Qin, S. Guo, H. Yang, D. and Lam, H.M. 2020. How can drip irrigation save water and reduce evapotranspiration compared to border irrigation in arid regions in northwest China. *Agricultural Water Management*, 239, p.106256.
- Wu, D. Cui, Y. Xie, X. and Luo, Y. 2019. Improvement and testing of SWAT for multi-source irrigation systems with paddy rice. *Journal of Hydrology*, 568, pp.1031-1041.
- Zakaria, A. Azumah, S.B. Appiah-Twumasi, M. and Dagunga, G. 2020. Adoption of climate-smart agricultural practices among farm households in Ghana: The role of farmer participation in training programmes. *Technology in Society*, 63, p.101338.
- Memarbashi, E. Azadi, H. Barati, A. A. Mohajeri, F. Passel, S. V. & Witlox, F. (2017). Land-use suitability in Northeast Iran: application of AHP-GIS hybrid model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(12), 396.

## **Modern agriculture, health and food security and sustainable environment relying on land management**

**A. Lachinani\***

M.A. student of Land Management Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

**A. Mostafa**

Assistant Professor, Dept. of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

**R. Moogouei**

Associate Professor, Dept. of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**H. Okhovat**

Assistant Prof. Dept. of Sustainable Environment, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

---

### **Abstract**

Smart agriculture is one of the solutions to deal with the growing demand for food and maintain environmental sustainability. In Smart agriculture, the role of collecting geographic and technical data, and producing information based on mathematical models is increasing. Collecting, processing, and producing information on climatic conditions, soil, disease, insects, seeds, fertilizers, etc. plays an important role in decisions based on statistical programming, resulting in economic development and environmental sustainability. Smart management involves the collection, transfer, selection, and analysis of data. As the volume of agricultural data increases, robust analytical techniques are able to process and analyze more, making highly accurate predictions possible. New agricultural technology hopes to achieve two important goals: a resilient, profitable economy, and better production. Undoubtedly, it needs smart management and intelligent technology to be a transition from being developed to developing. In this paper, by introducing the common methods in developed countries, the descriptive-analytical method based on library and internet studies has been used.

**Keywords: Land use planning, modern agriculture, environment, sustainable development.**

---

---

\* (Corresponding author) Alireza.Lachinani@ut.ac.ir