لزوم مطالعه نقش الگوی انتخابی مکانیزاسیون کشاورزی در توسعه پایدار اقتصادی ایران

اکبر صناعی[1]

چکیده

کشور ایران اسلامی هنوز هم علیرغم پشت سر گذاردن بیش از دو دهه از انقلاب فرا گیر خود و افزایش جمعیت تاحدود بیش از دو برابر همراه با ارتقاء چشمگیر سطح فرهنگ، تحصیلات عالی و اطلاعات عمومی مردم با توجه به محدودیت های استفاده بهینه از منابع آب و خاک و امکانات نیروی انسانی و سرمایه ای نیاز اساسی به طراحی یک الگوی انتخابی مکانیزاسیون مناسب برای توسعه پایدار کشاورزی مبتنی بر علوم، ماشینها و فن آوریهای پیشرفته روز دارد. در این مقاله، بررسی و مقایسه ای از سوابق تاریخی سیر تکاملی توسعه کشاورزی مکانیزه در ایران و جهان مبتنی بر تحقیقات اصیل و تحلیلی اخیر نگارنده، نشان میدهد که بمنظور گدر سریع از مرحله اولیه تکنیکی کشاورزی مکانیزه به سطح مکانیزاسیون توام با اتوماسیون یعنی همان کشاورزی دقِیق *(Precision Farming)* که امروزه بشدت بصورت تلاشهای علمی و اجرائی در سطح کشورهای پیشرفته و در حال توسعه گسترش یافته است، با حمایتهای مادی و معنوی دولتمردان، نیاز بانجام مطالعات پژوهشی بنیادی و نوسعه ای در سطوح مراکز علمی تحقیقاتی و دانشگاهی دارد. این امر راه را برای رسیدن سریع به آخرین مراحل تکاملی توسعه کشاورزی پایدار یعنی "اتوماسیون کامل" و " رباتیک کشاورزی" که در آینده بسیار نزدیک در جهان رخ خواهد داد، هموار مینماید. نتایج پژوهشهای نویسنده و بسیاری از محققین پیرو توسعه پایدار کشاورزی بر مبنای علوم و فنآوریهای پیشرفته امروز منجر به نتیجه گیریهائی گردیده که منبعث ازاثر عوارض گسترش روزافزون فن آوری اطلاعات کشاورزی یا *(Agricultural AIT Information Technology)* در سطح جامعه است. این اطلاعات که بر پایه پیش بینی و بهره گیری ازمصرف نرخ متغیر و مناسب نهاده ها یا انجام عملیات آگروتکنیکی در حد نیاز سطح واحد *(Grid)* بمراتب کوچکتر از کشتزار و حتی "هکتار" جمع آوری گردیده، می تواند بعنوان استراتژی جدید مبتنی بر توجه به تکنولوژی تغییرپذیریهای خاص مکانی *(Site-specific Variabilities Tech.)* مزرعه مورد استفاده قرار گرفته که متاسفانه هنوز در ایران تجربه نشده است. هدف از این مطالعه، بررسی نقش حساس ابعاد مختلف این استراتژی در انتخاب مناسب ترین الگوی مکانیزاسیون برای توسعه پایدار اقتصادی ایران است که جمع بندی آنها در پایان بصورت نتیجه گیری و پیشنهاداتی ارائه گردیده است.

۱- گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه و هدف :

کشور ایران اسلامی با پشت سرگذاردن بیش از دو دهه از انقلاب فراگیر خود و افزایش جمعیت تا حدود دو برابر شروع انقلاب اسلامی با توجه به محدودیت‌های طبیعی آب و خاک نیاز اساسی به طراحی یک الگوی انتخابی مکانیزاسیون مناسب توسعه کشاورزی بر مبنای علوم پیشرفته و فناوری‌های روز دنیا دارد. یکی از شاخص‌های مهم جغرافیایی کشاورزی ایران که می‌تواند در انتخاب این الگوی مناسب مکانیزاسیون اثر گذارد. چهار فصل‌بودن شرایط مناطق کشاورزی و تنوع آب و هوایی کشور ایران است که آن را جزو معدود کشورهای کشاورزی طلب دنیا قرار داده که نیازمند به مطالعه عمیق‌تر در انتخاب یک سیستم مکانیزه مناسب هر منطقه جغرافیائی با استفاده از علوم و فنون متنوع خاص و پیشرفته منطبق با شرایط محیطی و آب و هوائی آن می‌باشد. به عنوان مثال در این رابطه دو محقق *Khan & Duff* در سال۱۹۷۵ با درج مقاله ای تحت عنوان تکنولوژی مکانیزاسیون کشاورزی مناطق حاره در مجله مکانیزاسیون کشاورزی در آسیا معتقد ند که مهمترین علت سرعت کند مکانیزاسیون کشاورزی در مناطق گرمسیر بروز نبودن، نامناسب و ناکافی بودن فن‌آوری‌های مکانیزاسیون موجود در برخورد با نیازهای واقعی کشاورزان جزء یا عمده ساکن در این مناطق است{۷}. پس، این امری معقول است که هرگونه تکنولوژی و علوم لازمه زیرساخت ماشینی نه تنها باید منطبق با شرایط خاص زیست محیطی و آب و هوایی بلکه سازگار با وضعیت کشاورزی، اقتصادی، اجتماعی و وضع توسعه صنعتی منطبق و مرتبط با توقعات کشاورزان آرزومند ارتقاء سطح زندگی ودر آمد منبعث از کاربرد فنآوریهای مناس روز درآنجا باشد.

تصور می‌شود اظهارات فوق نگرشی از طرز تفکر و ایده نویسنده مقاله باشد که در پشت این توسعه کند دلائل معقول علمی دیگر نیز موجود است و اهداف والاتری را تعقیب می‌کند که امروزه باید شدیداً مورد نیاز و توجه سیاست‌گذاران توسعه اقتصادی کشورهای در حال رشدی نظیر ایران باشد. بعنوان مثال، امروزه باید دقیقا توجه داشت که دیگر علیرغم استراتژی سنتی و قدیمی یعنی انجام عملیات یکنواخت و مصرف یک مقیاسه نهاده ها در سطح مزرعه، با توسعه متحولانه علوم وفنون و تغییر نگرش به استراتژی نوین ارتقاء راندمان اقتصادی کمی و کیفی تولید محصولات کشاورزی توام با حفظ محیط زیست، بر مبنای جدید توسعه فناوریهای پیشرفته کشاورزی دقیق صرفا متکی بافزایش ضریب مکانیزاسیون (شاخص قدرت به اسب بخار در هکتار) نبوده {۱}بلکه متناسب با بررسی و رفع نیازهای متغیر واقعی و موضعی خاک و عوامل محیطی موثر دیگر در طول دوره کامل رشد گیاهان زراعی برای انجام عملیات زراعی، رفتارهای آگروتکنیکی حفاظت محصول و مصرف دقیق نهاده ها در سطحی بسیار کوچکتر*(Small Grid)* است که خود منبعث از توسعه فنآوری نغییرات خاص مکانی *(Site-specific Variability Technology)* میباشد{ ۸و۱۰و۱۲و۱۳ }. بنابراین، در صورتی که بخواهیم از قالب شعار خارج شده و به حقایق ملموس در نظام مردمی فعلی شکل گرفته از عوارض گسترش فراگیر فناوری اطلاعات کشاورزی *Information (Agricultural Technology)* در دنیای متمدن امروز متکی شویم{۸} باید براساس تبعیت از استراتژی جدید نوع دوم متکی به پیدایش و گسترش فنآوریهای پیشرفته، چند فرمول اساسی تحت عنوان مفروضات این مطالعه را که متعاقبا ذکر میشود، مبنای اصلی توسعه مکانیزاسیون کشاورزی آینده در ایران قرار دهیم {۱۶}. در این صورت مسلما با بکارگرفتن تلفیقی مناسب از ماشین‌ها و فناوری‌های روز دنیا در چهارچوب ظهور پدیده نوین سیستم

کشاورزی دقیق*(Precision Farming)* قرن۲۱ {۱۱و۱۵} خواهیم توانست در عرض کمتر از یک دهه در راستای حرکت به سوی خودکفایی مطلق با تولید فرآورده‌های کشاورزی مورد نیاز بازارداخلی درچهار فصل سال و صادرات اقلام قابل قبول و رقابت در صحنه تجارت جهانی و طبق استاندارد *WTO (World Trade Organisation)* مشکلات بخش کشاورزی را برای همیشه پشت سرگذاریم.

الف – بعنوان رکن اصلی برنامه ریزی توسعه کلان کشاورزی مدرن باید توجه داشت که زمان «**تولید کارگاهی سنتی**» نه تنها در بخش صنایع غیر ضروری بلکه کاملاً ضروری و مورد نیاز کشاورزی توسعه یافته گذشته است و مدت نه چندان طولانی است که تکامل یافته و به «**تولید صنعتی یا کارخانه‌ای**» بدل گشته است.

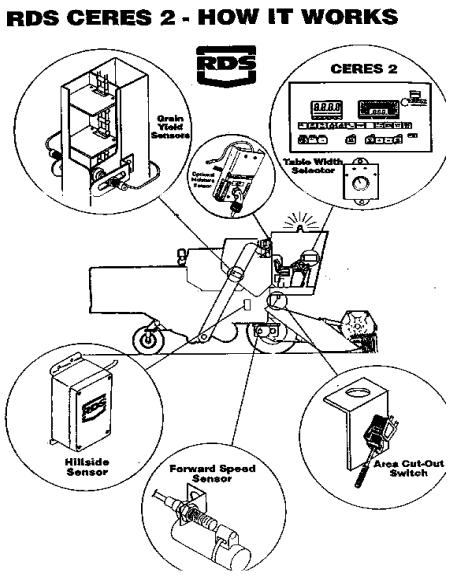
ب- در نظام های اجتماعی امروز مشابه ایران آنچه که یک کشاورز بظاهر نیازمند و فقیر به آن احتیاج مبرم دارد صرفاً پول نیست. بلکه اوبعنوان یک شهروند اغلب تحصیلکرده و متوقع رفاه نیازمند تغییرات و تحول اساسی مبتنی بر تجارب علمی معتبر در شرایطی است که اشتغال یافته و سطح زندگی خانواده خود را متناسب با شاغلین بخش صنعت ارتقاء داده و اداره می‌نماید.

ج – لزوم اجرای طرح انتخاب الگوی مناسب مکانیزاسیون کشاورزی هر منطقه که امکان بوجودآوردن آن برای کمک بتوسعه پایدار اقتصادی کشورهای در حال توسعه همیشه میسر است، مشابه به کاربردن سنگی است که پایه‌ریز محکم و طولانی مدت زیربنای یک پروسه ساختمانی مطمئن محسوب می‌شود.

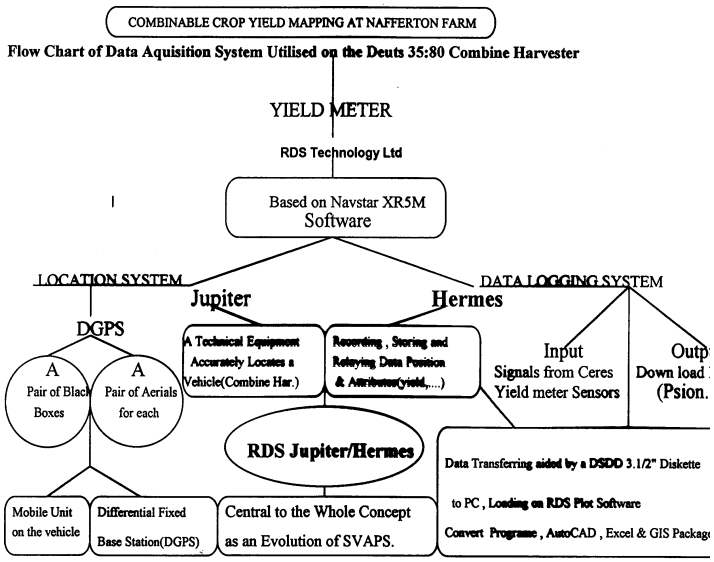
هدف اصلی از این مطالعه بررسی علوم و فنآوریهای پیشرفته و راهکارهای نافذ در انتخاب مناسبترین استراتژی توسعه پایدار کشاورزی ایران است که متناسب با شرایط امروز توسعه اقتصادی و اجتماعی دنیا و با توجه بشیب بسیار تند مسیر پیوستن قریب الوقوع ایران بزنجیر تجارت جهانی اجتناب ناپذیر می نماید. در این مقاله و در راستای هدف فوق و دسترسی به نتایج نسبی پیروی از استراتژی جدید بر مبنای توجه بفنآوری تغییرات مکانی خاص در هر کشتزار با استفاده از ماشینهای(نظیر کمباین) مجهز به گیرنده تعین موقعیت ماهواره ای *GPS*، ابزار الکترونیکی، حسگرها، داده بردار کامپیوتری و داده پرداز*(GIS)* بر مبنای آمار زمینی*(Geostatistics)* ببرخی آزمایشات انجام شده توسط نگارنده در انگلستان اشاره میگردد{۱۴}.

مطالعه روشها و ابزار کار:

برای اولین بار در انگلستان، در خلال سالهای ۹۸-۱۹۹۴ میلادی توسط نگارنده، یکسری آزمایشات متوالی مزرعه ای اندازه گیری پیوسته*(Real time)* تغییرات مکانی خاص عملکرد و تهیه نقشه محصول چند ین کشتزار از مزرعه نافرتون دانشکاه نیوکاسل با نصب تجهیزات الکترونیکی پیشرفته روی کمباین برداشت گندم *Deutz Fahr M35-80* انجام شد (شکل ۱). این تجهیزات شامل: آشکارساز رایانه ای *Ceres2* از کمپانی *.RDS Tech*، گیرنده موقعیت یاب ماهواره ای *GPS*، حسگرهای مناسب سنجش عملکرد محصول، تلفات دانه، شیب، محتوی رطوبتی دانه، سرعت پیشروی، عرض برداشت جلو سینی برش و سویچ اتوماتیک شروع و خاتمه کار در هر دور بود {۱۲}. براساس دیاگرام شکل ۲- یک سیستم داده بردار الکترونیکی*(Hermes)* با اتصال گذرگاههای ورودی *(Input ports)* آن برای اخذ سیگنالهای ارسالی از گیرنده موقعیت یاب *DGPS* از نوع *Jupiter* و حسگرها، طراحی و پس از کالیبرسیون اولیه و انجام تنظیمات لازم مورد استفاده قرار گرفت{ ۱۲و ۱۳}.



شکل ۱- اجزاء اصلی سیستم محصول سنج روی کمباین



شکل۲- دیاگرام ارتباطی طرح اجزاء سیستم داده بردار الکترونیکی

تصحیح ، تحلیل و پردازش داده ها*(Data processing)* برای تهیه نتایج آماری و مد لینک ریاضی تهیه نقشه بر پایه آمار زمینی از طریق میان یابی *(Interpolation)* بروشهای مختلف نظیرکریجینگ و *Fault* در نرم افزارهای متعدد *Surfer*،*Unimap*،*Arc/Info* و اتوکد انجام شد {۱۳}.

برای انجام آزمایشات تکمیلی لابراتواری بررسی خصوصییات دانه مواد غیر دانه ای*(MOG)*) محصول گندم از تجهیزات مختلف زیر استفاده گردید.

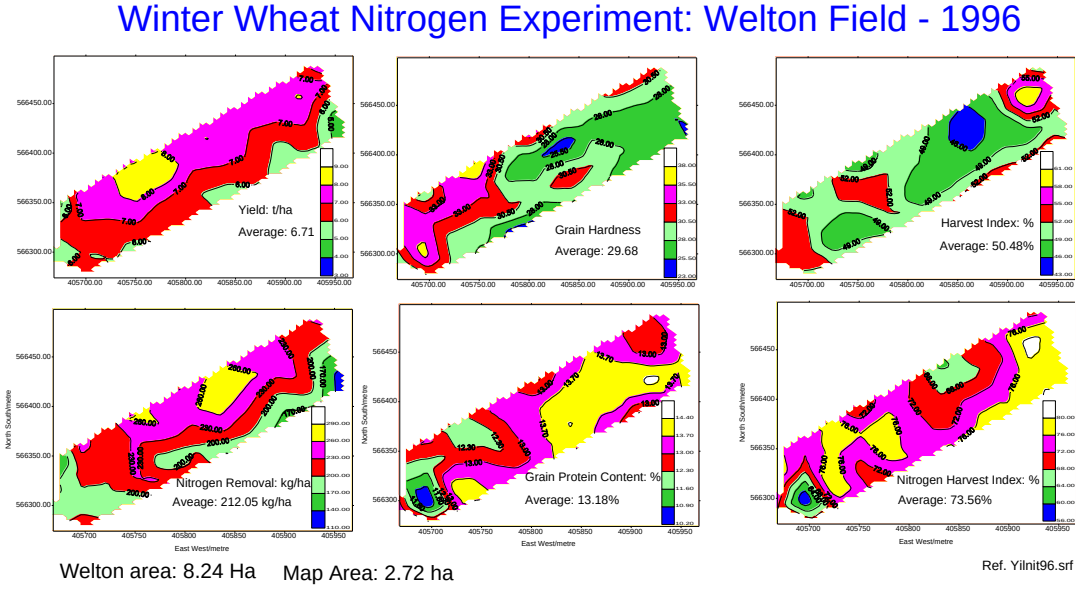
یک اجاق *(Oven)* کوچک برای خشک کردن نمونه های ۱۵ گرمی دانه با حرارت ۱۳۰ درجه و مدت ۱۹ ساعت و یک آون بزرگ برای مواد غیر دانه ای در حرارت ۸۰ درجه سانتیگرار و مدت ۲۴ ساعت جرم خشک اجزاء گیاه را مشخص نمود. تجهیزات دیگر عبارت بودند از: حرمنکوب کوچک آزمایشگاهی، ماشین تمیز کننده و درجه بندی محصول، آسیاب کوچک*Kamas SKB200* با توری استاندارد ۰/۵ میلی متری و بالاخره یک دستگاه*NIR* مدل دیکی جان که برای اندازه گیری های میزان پروتئین، ازت و رطوبت دانه برحسب در صد استفاده شد {۱۴}.

برای مقایسه عملی دو استراتژی مذکور در مقدمه، کلیه نقشه های مربوط به نیازهای ازته گیاه بر مبنای مصرف یک مقیاسه و یکنواخت*(UNA)* و مصرف متغیر بر حسب نیاز، با استفاده از روشهای تحلیل آماری یک قطعه ۲/۷۲هکتاری از کشتزار ولتون به ۶ ناحیه*(Zone)* رفتاری مختلف تقسیم گردید. در نهایت، نتایج دو استراتژی قدیم سنتی و جدید مورد تجزیه و تحلیل و کاوش قرار گرفته که منجر بحصول نتیجه گیریها و پیشنهادات سازنده ای گردید که در به تصویر کشیدن نقش الگوی انتخابی مکانیزاسیون پیشرفته بسمت اتوماسیون در کمک به توسعه پایدار اقتصادی هر منطقه از کشور نقش حساسی ایفا خواهند کرد.

نتایج و بحث:

نقشه های عملکرد محصول، ازت خارج شده از خاک توسط دانه *(NR)* بر حسب کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت محصول*(HI)* بر حسب در صد، شاخص برداشت ازت *(HNI)*، سختی دانه و میزان پروتئین دانه بر حسب در صد در نرم افزار *GIS* نوع *Surfer* تهیه گردید(شکل ۳).

این نقشه ها، نقش ارزنده انتخاب فنآوریهای جدید را در دستیابی به نیازهای دقیق خاک و گیاه برای ارتقاء سطح اپتیمم کمی و کیفی هر محصول زراعی روشن میسازد. جدول شماره ۱ نشان میدهد که در صد بالائی حدود۹۰٪ ، ۶۰٪ و ۸۵٪ از سطح مورد عمل کشتزار ولتون بترتیب دارای میزان اپتیمم عملکرد محصول در هکتار، شاخص برداشت محصول٪ و خروج ازت از خاک توسط دانه (گندم) برحسب کیلو گرم در هکتار بوده است.



شکل ۳-نقشه های موارد مختلف مربوط بخصوصیات گندم در قطعه ای از کشتزار ولتون-۱۹۹۶

جدول شماره ۱ - نمایشگر در صدی از کل کشتزار ولتون برای هر یک از طبقات ارزشی عملکرد، *NR* و *HI*

Yield class: t/ha	*Yield Map Area: %*	*Harvest Index Map HI class : %*	*Harvest Index Map Area: %*	*Nitrogen Removal Map NR class: kg /ha*	*Nitrogen Removal Map Area: %*
3-4	*0.5*	*43-46*	*4.54*	*110-140*	*1.28*
4-5	*1.98*	*46-49*	*3.32*	*140-170*	*5.87*
5-6	*14.9*	*49-52*	*38.77*	*170-200*	*23.5*
6-7	*37.8*	*52-55*	*21.44*	*200-230*	*28.68*
7-8	*36.7*	*55-58*	*3.33*	*230-260*	*32.7*
8-9	*7.8*	*58-61*	*1.56*	*260-290*	*7.95*

جدول شماره ۲ نیز مقایسه بسیار شفافی از میزان سطح هر ناحیه*(Zone)* ، عملکرد محصول آن متناسب با دو استراتژی مختلف مصرف یک مقیاسه و مصرف متغیر بر اساس نیاز های گیاه را نشان میدهد. بررسی بیشتر نمایانگر آنست که علیرغم مصرف یکنواخت و بالای ۲۳۸ کیلو گرم ازت در هکتار برای کل ناحیه های رفتاری، نیازهای هر ناحیه از فقط ۱۲۷ برای ناحیه ۱ تا ۲۶۸ کیلو ازت در هکتار برای ناحیه ۶ متفاوت است.

جدول شماره۲- مقایسه مصرف یک مقیاسه و متغیر ازت برحسب نیلز واقعی خاص مکانی گندم در ۶ ناحیه ولتون

N Pattern: Zones:	*Area Ha*	*Area %*	*Yield* t/ha*	*N Application: kg/ha UNA***	*N Application: kg/ha NR****
Zone 1	*0.029*	*1*	*4.68*	*238*	*127.09*
Zone 2	*0.147*	*5.4*	*5.52*	*238*	*155.22*
Zone 3	*0.621*	*22.8*	*6.05*	*238*	*186.45*
Zone 4	*0.990*	*36.4*	*6.95*	*238*	*213.22*
Zone 5	*0.719*	*26.4*	*7.56*	*238*	*244.33*
Zone 6	*0.214*	*7.8*	*7.64*	*238*	*268.94*
Total:	*2.720*	*99.8*	-	-	-

Yield = mean yield ** UNA = Uniform Nitrogen Application *** NR = Nitrogen Removal*

محاسبات آماری نشان میدهد که ۲۰٪ از کل قطعه مورد عمل با روش مصرف یک مقیاسه بیش از ۲۲ کیلو ازت در هکتار بیشتر از حد نیاز خود دریافت کرده است در حالیکه در ناحیه ۱ تا حدود ۱۱۰ کیلو در هکتار اضافه مصرف شده است. در مجموع در شرایط آزمایشات فوق در این تحقیق مشخص گردید که ازت مصرفی گندم زمستانه با اختلاف۵۰± کیلو گرم ازت بسیار نزدیک به میانگین ۲۱۲ کیلو در مصرف متغیر و با واکنش بهتر به مصرف یکنواخت ۲۳۸ بوده است و فقط ۸٪ سطح مورد عمل به بیش از ۲۶۰ کیلو ازت نیاز داشته است. صرف جوئی جمعا حدود ۲۶ کیلو ازت در هر هکتار نه تنها به برگشتی های اقتصادی مزرعه کمک میکند بلکه با لرتقاء سطح کیفی و کمی در حد اپتیمم و یکنواخت محصول هر جزء کوچک*(Small Grid)* مزرعه و نهایتا کنترل حفظ محیط زیست ناشی از عدم شستشو ازت و پیوستن بمنابع آبهای زیر زمینی کمک شایان توجهی خواهد نمود که همچنین بعلاوه بررسی مسائل مربوط بسایرخصوصیات گندم مربوط به نقشه های شکل ۱ در مقالات دیگر نگارنده ذکر مشروح آنها شده است{۱۴}.

در تلفیق شرایط نابسامان موجود کشاورزی کشور با نتایج مقطعی آزمایشات فوق و مفروضات ذکر شده در انتهای مقدمه لزوم توجه شدید براهکارها و اهداف آینده‌نگرانه در مطالعه این الگوی انتخابی مکانیزاسیون بـه شـرح زیر اجتناب‌ناپذیرخواهد بود.

۱-بهبود و اصلاح ماشین‌های کشاورزی موجود و لزوم توسعه انواع جدید یا تغییر شکل یافته و بـومی سـازی شـده متکی بر صنایع داخلی برای تضمین موفقیت سودمندتر و یا سرویس‌دهی همراه با انجام خدمات بهینه و با راندمان بالا.

۲-افزایش ایمنی، راحتی و سهولت کار مدیر، راننده و یا کاربران ماشینهای مزرعه‌ای پیشـرفته مناسـب کـه بطـور معجزه آساً موجبات ایجاد انگیزه و جذب نسل تحصیلکرده کشاورزی مدرن امروز و متوقع شـرایط مطلـوب کـار در محیط های متنوع کشاورزی را در سطح شهر و روستا فراهم مینماید.

۳- لزوم کاربرد سیستم‌های اتوماتیک هماهنگ کننده، عملگرها و کنترلرهای خودکار برای انجـام کـار و تنظیمـات ماشین‌ها، تراکتورها و ازوسائل مختلف شخم و خاک‌ورزی پیچیده تا ماشـین‌های برداشـت و پـس از برداشـت کـه نیازمند ارتقاء توانمندی‌های علمی و عملی منبعث از پیدایش علوم و فناوری‌های پیشرفته روز است. لزوم توجـه بـه کاربرد سیستم‌های کنترل خودکار با توجه به تغییرات مکانی خاص اکثر عوامل زیست‌محیطی نظیـر خـاک و گیـاه مطرح شده در کشاورزی دقیق قرن ۲۱ راه‌گشای حل بسیاری از معضلات توسـعه کشـاورزی و کنتـرل آلودگیهـای شدید زیست محیطی موجود است{۶}.

۴- با توجه به نگرش مثبت اخیر دولتمـردان در جلـوگیری از تقسـیم و خردکـردن تـدریجی اراضـی کشـاورزی و یکپارچه نمودن اکثریت قریب با اتفـاق آنهـا، اسـتفاده از تراکتورهـای بزرگتـر مجهـز بـه دنبالـه بنـدهاو بخصـوص خاک‌ورزهای مجهز به سیستم‌های کنترل پیشرفته با طرح قوی‌تر و با سرعت‌های بالاتر توام با راندمان بهره‌بـرداری بیشتر کاملا اقتصادی بسمت اپتیمیزاسیون کمی و کیفی تولیدات کشاورزی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید{۴}.

۵- انتخاب اجزاء کار درگیر با خاک و همچنین طرح مکانیزمهای رفتارهای آگروتکنیکی هوشمند به عنوان الگـوی مکانیزاسیون متناسب با اثرات مطلوب روی افزایش کیفیت خاکهای هر منطقـه و در نتیجـه ارتقـاء کمـی و کیفـی محصول در ایران

۶- انطباق همراه با توجیح اقتصادی استفاده اجتناب ناپذیر از نوع ماشین معینی برای مزارع کوچک *(Small Farm)* به عنوان مسئله مهمی که باید قبل از اینکه سیستم کشاورزی مناطق مختلف کشور ایران به توانـد کـاملاً مکـانیزه گردد مورد توجه خاص برنامه ریزان قرار گیرد{۱۵}. برای بسیاری از این مزارع کوچک حاشبه شهرها و روستاها که

طبیعتا نمی توانند از خدمات طرح یکپارچه کردن اراضی کشاورزی بهره مند گردند، سطح زیرکشت محصولات زراعی خاص به قدری ناچیز است که خرید ماشین‌های گران مورد نیاز را امکان‌ناپذیر می‌سازد. در این صورت صور متعدد خرید یا مالکیت اشتراکی – عملیات قراردادی یا خرید خدمتی می‌توانند فرصت‌هایی را برای رفع نیاز این کشاورزی جزء فراهم سازد.

۷- ساده‌کردن تکنیکی و کاربردی هرچه بیشتر سیستم‌های پیچیده ماشین‌ها و ادوات پیشرفته کشاورزی همراه با حفظ یا حتی ارتقاء توانمندی‌های کمی و کیفی مکانیزمهای متشکله هر ماشین بگونه ایکه بشدت از اتلاف وقت و صرف هزینه های تعمیر و نگهداری و تنظیمات ماشین بکاهد.

بنابراین در جهت حصول باهداف فوق، لازمست نتایج بررسی دوره های تکامل تکنیکی و مراحل توسعه کشاورزی کشورهای پیشرفته جهان در مقایسه با ایران بر مبنای شروع از مرحله متکی بر نیروی انسان و دام تا بامروز مورد بحث و نتیجه گیری قرار گیرد. بدنبال توسعه صنعتی و رشد فزاینده کلان شهرها و کاهش جمعیت شاغل در بخشهای مختلف کشاورزی مستقر در روستاها، ورود بمرحله مکانیزاسیون کشاورزی متکی بر نیروی مکانیکی موتورهای احتراقی و تراکتور آغاز و باگذر از مراحل مکانیزاسیون توام با اتوماسیون و نزدیک شدن بمرحله اتوماسیون کامل منتهی به عصر بیو روباتیک در آینده نه چندان دور ادامه خواهد یافت{ ۶}.

جمع بندی نتایج:

۱- نتایج مطالعه مرحله تکامل جهانی کشاورزی مکانیزه قبل از گذر بمرحله اتوماسیون را میتوان بسه دوره زیر تقسیم نمود:

الف- دوره ابتدائی: گرچه کشاورزی تا قبل از قرن هیجدهم میلادی صورت کاملا سنتی انجام میگردید{۲} ولی د ر اوائل بعد از ورود منبع قدرت موتوری بصحنه کار کشاورزی، اغلب این کشاورزان هنوز هم از ابزار دستی ساده قدیمی نظیر بیل و بیلچه حدود ۱۵٪ از ادوات دامی ساده و تنها ۵٪ زارعین از ادوات پیشرفته‌تری که تراکتور نقطه ثقل آنهاست بهره‌برداری می‌نموده‌اند.

ب – دوره میانی: مطالعات تحقیقاتی در سه دهه اخیر{۹} نشانداده است که هرچه مکانیزاسیون کشاورزی به سطح تکنولوژی بالاتری ارتقاء یابد، سطح بهره‌وری بیشتری در هر هکتار و برای هر کارگر نیز حاصل می‌گردد. اگر این روابط را در مورد محصول برنج دنیا مورد بررسی قرار دهیم و با توجه به شاخص قدرت در هر هکتار (کیلووات یا اسب‌بخار) بازده تولید ناخالص محصول را (کوارتز =۳۲ بوشل در هکتار) محاسبه نماییم طبق آمار سال ۱۹۶۹ سازمان FAO مندرج در مقاله فوق جدول زیر را خواهیم داشت.

ممالک جهان	کیلووات در هکتار	بازده-کوارتز درهکتار
آمریکا	۰/۷۵	۵۲
اروپا	۰/۶۸	۴۶
آمریکای لاتین	۰/۲۰	۱۶
چین	۰/۱۴	۲۰
آفریقا	۰/۱۱	۱۵
دنیا	۰/۲۶	۲۰

ج- دوره انتهائی: در این دوره که هنوز هم در بسیاری از ممالک صنعتی بشدت پایدار مانده است، بر اساس جدول زیر درصد توزیع منابع نیرو در جهان نشان می‌دهد که در ممالک صنعتی تقریبا حدودَ ۱۰۰٪ انرژی کار توسط منابع نیروی مکانیکی (ماشین‌ها) تامین گردیده در حالی که در سایر کشورهای جهان به میزان ثابت و متنابهی از نیروی انسانی و دامی استفاده می‌شده است. این جداول نشان می‌دهند که در ممالک صنعتی با استفاده از روش‌های پیشرفته تولید که مرهون ارتقاء سطح تکنیکی ناشی از تحقیقات تکنولوژیکی است، کشاورزان قادرند در ازاء ۴۵ ساعت کار در هکتار به تولیدی معادل ۴۵ کوارتز یا ۱۴۴۰ بوشل در هکتار (محصول برنج) دست یابند. در حالی که با سیستم سنتی موجود در کشورهای جهان سوم تنها برای تولید ناخالصی برابر یک سوم میزان فوق (۱۵ کوارتز =۴۸۰ بوشل) در هکتار باید حدود ۱۵۰۰ ساعت کار انجام گیرد.

درصد توزیع منابع نیروی کار در ممالک مختلف جهان

ممالک	انسان	دام	مکانیکی
آمریکا	۰/۰۱	—	۹۹/۹۹
اروپا	۰/۳۹	—	۹۹/۶۱
آمریکای لاتین	۴	۲۲	۷۴
آسیا	۲۶	۵۱	۲۳
آفریقا	۳۵	۷	۵۸

در این دوره توسعه تعداد تراکتورهای کشاورزی به شرط استفاده بهینه مشخصه خوبی از پیشرفت مکانیزاسیون موتوری بوده است. در کشورهای صنعتی میزان سرمایه‌گذاری روی تراکتورها حدود ۵۰٪ جمع کل سرمایه‌گذاری ناخالص در ماشین‌های کشاورزی است. برعکس در کشورهای در حال توسعه این رقم حدوداً ۷۵٪ بوده که عمدتاً آنها را جهت اصلاح اراضی ، تهیه زمین و حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌دهند.

۲- وضع توسعه کشاورزی مکانیزه و صنایع ماشین‌های کشاورزی در آینده:

به عقیده *Giles* در یکی از انتشارات سازمان *FAO* مندرج در همین مقاله {۱۲} با توجه به نیاز به افزایش تولید محصولات استراتژیک نظیر غله در دنیا اگر بخواهیم میزان محصول را در ممالک صنعتی از میزان ۲۰ کوارتز در هکتار بالاتر بریم احتیاج به حداقل انرژی معادل ۰/۳۵ کیلووات در هکتار خواهیم داشت. این رقم در سال ۱۹۷۰ در ممالک آسیایی – آفریقایی و آمریکای لاتین به سطح متوسط ۰/۱۵ کیلووات رسید.

با تو جه به تجربه گذشته جهانی، اگر فرض کنیم در سال ۱۹۹۰ این رقم را در ممالک فوق نمی‌خواستیم به سطح ۰/۳۵ کیلووات در هکتار یعنی معادل در ممالک صنعتی برسانیم و به علاوه نیاز به یک بیلیون هکتار زمین مزروعی داشته و منابع نیروی انسانی و دامی نیز تغییر قابل توجهی ننمایند، می‌بایستی در هر سال به طور متوسط ۱۰ بیلیون کیلووات نیز قدرت مکانیکی اضافه گردد. و این امر جز با افزایش تعداد تراکتور در هر سال به میزان متوسط حدود $۳^{۶}\times۱۰^{۵}$ عدد و به قدرت تقریبی ۳۰ کیلووات عملی نمی‌شد. ضمناً این ارقام تا حدود ۱۰/۸ بیلیون کیلو وات شامل نیروی موتوری لازم جهت آبیاری و خشک‌کردن محصول و غیره نمی‌گردید. با در نظر گرفتن حجم متوسط سرمایه‌گذاری جهت ادوات موتوری دیگر و با فرض ۷۵۰ دلار هزینه جهت هر کیلووات نیرو بضرورت حجم کل سرمایه‌گذاری سالیانه ۷/۵ بیلیون دلار خواهیم رسید که رقم بالایی است. بررسی فوق نشان می‌دهد که در

کشورهای در حال توسعه ای نطیر ایران به علت فقر منابع سرمایه‌گذاری باید وسائل و روش‌ها را به سمت شرایط سرمایه‌ای و اقتصادی امکان‌پذیر موجود در هر منطقه وکل کشور سوق داد. این بدان معنی است که :

۱- انتقال علم و تجربیات در سطوح دانش فنی و تکنولوژی متوسط ببالا از کشورهای صنعتی به ممالک در حال توسعه تحت عنوان "دستیابی به تکنولوژی مناسب" توسط مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی تدریجا تا آخرین سطح ممکن مورد پژوهش و بررسی دائمی قرار گیرد. بد ین ترتیب، صرفه جوئی های شدید در انرژی، وقت و نهاده های مختلف دغدغه های ناشی از پائین بودن شاخص قدرت در هکتار را جبران مینماید.

۲- بموازات اقدامات جدی و فراگیر فوق،بدلیل لزوم استفاده اجتناب ناپذیر کشاورزان جزء از دانش و فنآوریهای مناسب روز، از ابتدا توسعه صنایع ساخت ماشین‌های کشاورزی مناسب در مقیاس کوچک نیز تشویق گردد{۱۵}.

۳- حمایت بدون درنگ دولت از برنامه‌های دائمی انتقال و توسعه تکنولوژی مناسب به وسیله اجرای تدریجی طرحهای پژوهشی زیربنائی- توسعه ای و تدوین برنامه‌های مدون آموزشی بروز شده کمک به تربیت و آموزش در سطوح مختلف زیر که میتواند در دستورالعملهای پیشنهادی سازمان نظام مهندسی کشاورزی قرار گیرد.

۳۱- دانشگاهها – به منظور تربیت محققین آشنا بعلوم و فنآوریهای روز دنیا- مهندسین طراح، آزمایش و کنترل کیفی دقیق ماشین‌ها – مهندسین سیستم‌ها – مدیران صنایع- مدیران مزرعه – معلمین و متخصصین مجرب ترویجی آشنا بآخرین فنآوریهای مناسب هر منطقه کشاورزی کشور.

۳۲- مدارس حرفه‌ای و مراکز آموزش "بروز" کوتاه و بلند مدت جهت کشاورزان – رانندگان تراکتور ومکانیسینها-پیمانکاران امور فنی زراعی.

۴- تشکیل سیستم‌های زنجیره‌ای کاملا تخصصی و علمی خدمات ماشینی متشکل از تیم نیروهای تحصیلکرده مجرب دانشگاهی، جهت بهره‌برداری بیشتر و بهتر از تراکتورها و سایر ادوات کشاورزی درحاشیه مزارع مختلف به وسیله ایجاد مراکز پیمانکاری امور مزرعه و مراکز تعمیراتی ماشین‌ها و غیره

از طرف دیگر ژورنال «تکنولوژی مناسب» در شماره ۱ سال ۱۹۷۴ صفحه ۲۶ و ۲۷ {۹}در مورد توسعه صنایع پیشرفته ماشین‌های کشاورزی با استفاده از تکنولوژی مناسب در ممالک در حال توسعه چنین آورده است که تولید و ساخت ماشین‌های کارگر بر در گرو موجودیت طرح‌های ماشین‌آلاتی است که به طور اقتصادی و با مواد اولیه داخلی و مهارت‌های موجود در کشور و بر اساس یکی از روش‌های زیر انجام پذیرد:

۱- اختراع طرح و یا فنون جدید و تولید، ماشین‌های کشاورزی مورد نیاز هر منطقه با ایجاد انگیزه و بستر مناسب

۲- تولید انبوه طرح‌های مناسب موجود هر ماشین مورد نیاز در بازار داخلی و اصلاح روش‌ها و تکنیک ساخت حتی المقدوربدون ایجاد تغییرات اساسی در خطوط تولید داخلی

۳- انتقال فن‌آوری با مقیاس وسیع از خارج برای تبدیل به نوع با مقیاس کوچک نیاز داخلی

۴- انتقال فن‌آوری مناسب که دیرزمانی از استفاده آنها در ممالک صنعتی نگذشته به داخل کشورهای در حال توسعه به شرط تطبیق وضعیت و شرایط کار آن در مناطق کشاورزی مورد نیاز به دنبال اجرای همیشگی برنامه‌های تحقیقاتی مناسب و سریع

تحقیقات و بررسی شرایط اجتماعی و فرهنگی اقتصادی هر کشور در حال توسعه‌ای نشان خواهد داد که کدامیک از این آلترناتیوها می‌تواند کمک‌های ارزشمندتر بنمایند. معهذا باید اذعان داشت، فکر اینکه گفته می‌شود «**تکنولوژی مناسب شروع هر کار اختراعی است**» واقعیت ندارد. واقعیت این است که اختراعات گذشته ممالک صنعتی دیگر نظیر خرمنکوب گندم می‌توانند الگوی مناسبی نیز برای اغلب کشورهای در حال توسعه بوده و این کشورها می‌توانند با دستیابی به تجارب علمی و تکنیکی مربوط بآن اقدام به ساخت و تولید انبوه اینگونه ماشین‌ها نمایند. اینگونه نمونه‌سازی‌هایی که همراه با تغییرات لازم منطبق با شرایط کشور سازنده انجام می‌گیرد شروعی است بر ایجاد تحول در کار صنایع ساخت داخلی که برای اولین بار با تکنیک‌های تولید ماشین‌های کشاورزی جدید آشنا می‌گردند.

۳- رفع مشکلات تکنولوژیکی در ارتباط با برنامه‌ریزی مکانیزاسیون:

در طرح و برنامه‌ریزی مکانیزاسیون یک کشور در حال توسعه برای جلوگیری از بروز مشکلات تکنولوژیکی لازمست به موارد زیر دقت خاصی مبذول گردد:

الف – محدودیت نوع و ساخت ماشین

ب- استفاده از مواد – تکنیک‌های ساخت و اجزاء و قطعات مربوطه استاندارد شده

ج – همکاری جدی بین سازندگان و دولت در ایجاد مراکز آموزش دائمی با همکاری دانشگاهها – ایجاد مراکز پژوهشی تعمیر و سرویس ماشین‌های کشاورزی در سطح هز منطقه و کشور که مدیران – رانندگان و مکانیک‌ها متفقاً بتوانند دوره‌های آموزشی را ببینند {۹}.

د- سازماندهی و مدیریت استفاده از تراکتور و ماشین‌آلات : در این خصوص مکانیزاسیون مزارع کوچک انفرادی که بازده اقتصادی خوبی ندارند باید نظیر آنچه که در کشورهای صنعتی انجام شده با مشارکت و همکاری مالکین منجر به دستیابی به ارتقاء منافع و سوددهی توسعه مکانیزاسیون پیشرفته مناسب گردد. در این خصوص سیستم‌های مشارکت و همکاری نظیر تعاونی‌های مکانیزاسیون و یا سپردن امور ماشینی به بخش خصوصی با ایجاد مراکز و ایستگاههای وابسته به یک سازمان مرکزی حرفه‌ای تخصصی نمونه‌های خوبی به شمار می‌رند.

ه- تاکید بر تقویت و ارتقاء سطوح مختلف آموزش عالی: توسعه فناوریهای پیشرفته مورد نیاز بخش مکانیزاسیون با گسترش انستیتوها و دانشکده‌های تخصصی در مشارکت و ارتباط علمی پژوهشی با سازمان‌های بین‌المللی معتبر ممالک صنعتی بطوریکه قادر به تربیت متخصصین و مبتکرین طرحهای متنوع و مناسب صنایع ماشین‌های کشاورزی در جهت شکل‌گیری مکانیزاسیون مناسب کشور گردند. نمونه آن پروژه‌ای است در هندوستان که دانشگاههای ژاپن و آمریکا در آن مشارکت و همکاری نزدیک داشته‌اند. در سال ۱۹۷۳ سازمان یونیدو در جلسه‌ای که در کشور فیلیپین تشکیل یافت پیشنهاد کرد که برنامه‌های آموزشی به عنوان رکن اساسی در توسعه کشاورزی وابسته مکانیزاسیون انتخابی باید به سرعت به سمت نیازهای هر کشور در حال توسعه سوق داده شود. این امر باید با ادغام آموزش‌های علمی و تئوریک در تمرینات عملی و ساده در سطوح دانشگاهی شکل گرفته و تربیت مهند سین و دانشمندان علوم و فن‌آوری‌های پیشرفته کشاورزی مدرن امروز را جهت اجرای طرح‌های آزمایشی و مدیریت صنایع – مدیریت مزارع – تحقیقات – معلمی و کار نظارت بر امور تکنولوژیکی به عهده گیرد.

۴- نتایج مقایسه وضع فعلی توسعه مکانیزاسیون کشاورزی ایران و جهان:

در سال ۱۳۰۸با ورود اولین تراکتور به ایران که به عنوان وسیله آموزشی در اختیار مدرسه فلاحتی کرج قرار گرفت، سرمایه‌داران و ملاکین اراضی کشاورزی را بر آن داشت تا در جهت رفع امیال خودپسندانه و تحقق آرزوهای بلندپروازانه به طور پراکنده اقدام به وارد کردن انواع متنوعی از تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی متفرقه نمایند{۳}. با تشکیل شرکت‌های خصوصی و چندملیتی در جهت ورود ماشین‌های زراعی دولت نیز بر آن شد تا در جهت تحقق برنامه‌های توسعه کشاورزی متکی بر سیاست‌های منطقه‌ای اقدام به صدور تصویب‌نامه‌ای دال بر تاسیس سازمانی به نام بنگاه توسعه ماشین‌های کشاورزی جهت تهیه و توزیع و ترویج ماشین‌های کشاورزی در شهریورماه سال ۱۳۳۰ نماید. این سازمان با شرح وظایفی مختصر در ۴ بند بدون اتکاء به کمیته‌های تحقیقاتی جهت انتخاب و تکنولوژی مناسب کشاورزی سنتی ایران، طی ۳ مرحله با افزایش سرمایه خود از ۵۰ میلیون ریال به ۲۰۰۰ میلیون ریال تا سال ۱۳۴۵ کار خود را در جهت اهداف فوق گسترش داد. این روند لغایت سال ۱۳۵۰با مونتاژ تعداد محدود تراکتورهای رومانی و واردات بی رویه ماشینهای سنگین و دنباله بند ادامه یافت.

واردات بی‌رویه و تولیدات مونتاژ غیرعلمی ساخت داخل تا قبل و حتی بعد از انقلاب فراگیر اسلامی بدون هیچگونه پژوهش و تحقیق در جهت نفوذ در بافت کشاورزی سنتی ایران گسترش یافت. توسعه فراگیر فنآوری اطلاعات در کشور در آشنا ساختن کشاورزان ایران با شگفتی‌ها و تحولات تکنولوژیکی عصر ماشینی حاضر، آنها را به معایب ورود اکثر تکنولوژهای نامناسبی که شتاب‌زده و بدون هیچگونه زمینه‌ای بافت کشاورزی قدیمی ایران را به هم زد نیز واقف نمود.

هرچند تا قبل از انقلاب نیز دولت در جهت تصحیح اشتباهات گذشته اقدام به تصویب ممنوعیت‌هایی در جهت ورود برخی ماشین‌های کشاورزی نمود ولی چون این کار کمتر بر پایه اصول علمی و تجربی منطبق بود نیز نتوانست کاری از پیش ببرد.

مطالعات چندساله اخیر پس از انقلاب و انجام پژوهش در بررسی اوضاع آشفته ادغام تکنولوژی نامناسب در کشاورزی به هم ریخته ایران بیانگر این مسئله است که مسئولین ذیربط در برنامه‌های توسعه اقتصادی منطبق بر محور قراردادن کشاورزی اگر چه در برخی موارد جزء موفق بوده‌اند لیکن در مجموع سطح کلان کارنامه رضایت‌بخشی نداشته‌اند. این امر به واسطه عدم توجه دقیق به گسترش پژوهش درصنایع زیربنایی پیشرفته مناسب در خدمت توسعه پایدار کشاورزی ایران بوده است.

هنوز هم با توجه به اینکه به طور محدود و نسبی در بسیاری موارد در خصوص گسترش سطح زیرکشت محصولات استراتژیک نظیر گندم – برنج – ذرت – چغندرقند – علوفه و غیره موفق بوده‌ایم ولی متاسفانه به دلیل عدم شناخت و دسترسی به فن آوریهای مناسب متکی بر صنایع ساخت داخل در افزایش عملکرد و بهره‌دهی در هر واحد سطح همراه با کنترل کیفی محصول ناکام مانده‌ایم. به عنوان نمونه توسعه گندم آبی اغلب غیر کیفی، با حدود متوسط ۳۰۰۰-۱۵۰۰ کیلو در هکتار درمقام مقایسه با حداقل عملکرد ۷۰۰۰-۶ کیلو دراکثر ممالک صنعتی قابل پذیرش نیست.

پیشنهادات:

بمنظور رفع مشکلات و تنگناهای تکنولوژیکی موجود در ارتباط با توسعه پایدارکشاورزی ایران باید با عنایت به موارد مشروح فوق، به پیشنهادات زیر توجه خاصی مبذول گردد.

۱- توسعه محوری صنایع ماشین‌های کشاورزی بر پایه فن آوریهای مناسب روز، به عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر و جزء لاینفک و زیرساخت توسعه پایدار کشاورزی پیشرفته ایران مد نظر قرار گیرد تا در امر افزایش تولیدات مواد غذایی که یک مسئله جهانی است خودکفا و حتی صادر کننده گردیم. این صنایع ماشینی همچنین در برگیرنده صنایع تبدیلی و فرآوری محصولات کشاورزی مختلف مطابق با استانداردهای معتبر جهانی است.

۲- اغلب کشاورزی ایران بوسیله مالکیت‌های منفرد کوچک و با درآمد کم مزرعه و هزینه‌های کارگر پایین که رو به تزاید است مشخص می‌شود و مکانیزاسیون باید در جهت توسعه ماشین‌های مناسبی شکل گیرد که نیز منطبق با نیازهای این زارعین جزء بوده به طوری که آنها هم بتوانند به طور اقتصادی به حیات خود ادامه دهند {۱۵}.

۳- سیستم کشاورزی مکانیزه کشور ایران اغلب نمی‌تواند مطلقاً کپی مکانیزاسیون جهان صنعتی غرب باشد. ولی با استفاده از تجربیات اکثر این کشورها و گسترش مبادلات علمی پژوهشی می‌توان کشاورزی مدرن متکی بر تکنولوژی مناسب و انتخاب شده‌ای را پایه‌ریزی کرد.

۴- با توجه به پیشرفت رو به تزاید بیشتر ممالک صنعتی در تولید تراکتور و ماشین‌های کشاورزی مدرن با اتخاذ روش‌های معقول باید در دانش و تجربیات و منافع حاصل از آنها سهیم گردید. در این راستا لازمست با حداکثر توان و بطور سازماندهی شده، نسبت به انتقال توانایی‌های علمی و تجربیات آموزشی و پژوهشی مکانیزاسیون کشاورزی سوق داده شد به مرحله اتوماسیون در تمام سطوح از جهان صنعتی غرب به کشورمان اقدام نمود.

۵- باید توسط وزارت‌خانه‌های ذیربط ارتباطات مناسبی در جهت انتخاب تکنولوژی مناسب از سطح متوسط تا بالا *(High Tech)* برقرار گردد تا با ساخت ماشین‌های مناسب کشاورزی دقیق متکی بر سیستم‌های کنترل پیشرفته توسط صنایع ساخت داخلی نسبت به حداکثر رسانیدن محصول‌دهی کیفی زمین و بهره‌برداری بهینه از کارگر اقدام کرده و با استفاده اپتیمم مواد شیمیایی بحفظ محیط‌زیست نیز کمک نمود.

۶- بالاخره هیچ کشوری در طولانی مدت نتوانسته است که کسری موازنه پرداختی‌های خود را در ارتباط با وابستگی به واردات تکنولوژی مکانیزاسیون کشاورزی جهت تولید مواد غذایی تحمل نماید. خواه واردات ماشین‌ها و ادوات بوده و یا قطعات یدکی و لوازم مربوط به آنها که نهایتا سرویس‌دهی مناسبی را در جهت خودکفایی ملی کشاورزی فراهم نخواهد نمود.

منابع:

۱. برقعی، سید علی محمد . ۱۳۸۱ . تحلیل مکانیزاسیون در کشاورزی ایران. مجله کشاورز ویژه همایش و نمایشگاه مکانیزاسیون کشاورزی ۱۶-۱۹ شهریورماه ۱۳۸۱ تهران. شماره ۲۷۲ و ۲۷۳. ایران

۲. بی نام. ۱۳۸۱ . نقش بنگاه توسعه ماشین های کشاورزی در مکانیزاسیون کشاورزی در سه دهه اخیر. مجله کشاورز ویژه همایش و نمایشگاه مکانیزاسیون کشاورزی ۱۶-۱۹ شهریورماه ۱۳۸۱ تهران. مجله کشاورز.شماره ۲۷۲ و ۲۷۳. ایران ۳. گروه تحقیق بنگاه توسعه ماشینهای کشاورزی. ۱۳۸۱. تاریخچه مکانیزاسیون کشاورزی در جهان

و ایران. مجله کشاورز ویژه همایش و نمایشگاه مکانیزاسیون کشاورزی ۱۶-۱۹ شهریورماه ۱۳۸۱ تهران. مجله کشاورز.شماره ۲۷۲ و ۲۷۳. ایران

۴. صناعی، اکبر . ۱۳۸۱ . چگونگی رفع مشگلات دسترسی به فن آوری در توسعه کشاورزی ایران. مجله کشاورز ویژه همایش و نمایشگاه مکانیزاسیون کشاورزی ۱۶-۱۹ شهریورماه ۱۳۸۱ تهران. شماره ۲۷۲ و ۲۷۳. ایران

5. Giles, G.W. 1975. The Reorderienation of Agricultural Mechanization for Developing Countries. Proceedings Export Panel on the Effects of Farm Mechanization on Production and Employment, FAO, Rome.

6. Kassler M. 2001. Agricultural Automation in the new Millinium. Computers and Electronics in Agriculture. 30(2001) 237-240.

7. Khan, A.U. and Duff, B. 1975. Mechanization Technology for Tropical Agriculture. Agric. Mech. in Asia (AMA). Vol. VI. No. 1. Japan

8. Maohua, Wang. 2001. Possible Adoption of Precision Agriculture for Developing Countries at thew Threshold of the New Millenium. Computers and Electronics in Agriculture. 30(2001) 45-50. Japan

9. Moens, A. 1976. Development of the Agricultural Machinery Industry. Ag. Mech. in Asia (AMA). Vol. V11 No. 1.Japan

10. Mohammadi, J. 2002. Spatial Variability of Soil Fertility, Wheat Yield and Weed Density in a One-hectare Field in Shahre Kord. J. Agric. Sci. Technol. Vol. 4: 83-92. Iran

11. Pedersen, S., Fergusen, R., and Lark, M. 2001. Practical Experiences of Precision Farming-a survuy of producers in Denmark, United Kingdem and United States.

12. Sanaei, A. and Yule, I.J. 1996. Yield Measurement Reliability on Combine Harvesters. Proceeding of 1996 ASAE Annual International Meeting. Paper No. 961020. Phoenix Arizona. USA

13. Sanaei, A. And Yule I.J. 1996. Accuracy of Yield Mapping Systems: The Effects of Combine Harvester Performance. Proceeding of AgEng Madrid 96 Conference. Paper No. 96G-016. Madrid. Spain

14. Sanaei, A. 1999. The Role of Yield Maps to Plan Fertilizer Inputs in Precision Agriculture. Proceeding of 99 International Conference on Agricultural Engineering. Beijing, China.

15. Shibusawa, S. 2002. Precision Farming Approaches to Small-Farm Agriculture. Technological Bulletin 160. Food & Fertilizer Technology Centre. Tokyo University of Agriculture and Technology. Japan

16. Weil, W.S. 1976. Mechanisation of Agriculture in Relation to Development in Developing Countries. Agricutural Mechanization in Asia. Vol. 11, No. 1, Japan.