



پایداری در کشاورزی با استفاده از فناوری های نوین

علی نقی فرح بخش

دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز

چکیده

عواملی مانند گرم شدن جهانی، از بین رفتن تنوع ژنتیکی، مشکلات مربوط به آفات و بیماری های گیاهی و تخریب خاک به عنوان تهدیدی برای کشاورزی پایدار در قرن بیست و یکم شناخته شده اند. در بیشتر مناطق دنیا از جمله کشور ما مصرف افراطی مواد شیمیایی برای عملکرد بالا باعث افزایش هزینه های تولید همراه با تخریب منابع خاکی، آبی و بیولوژیک بوده است. جدی بودن تخریب محیط زیست در اثر کاربرد روش های غلط موجب جلب توجه و علاقمندی متخصصین به نظام های زراعی سالم و با دوام از نظر اکولوژی گردیده است. برای حل مسایل بسیار زیادی که در تولید پایدار محصولات کشاورزی با آن روبرو می باشیم و همچنین کاهش اثرات نامناسب زیست محیطی آنها نیاز به برنامه ریزی دقیق همراه با یک رویکرد چند نظامه و همکاری جمعی است. راهبردها باید به نحوی انتخاب گردد که تغییر در عملیات زراعی، روش و زمان مصرف مواد شیمیایی، برنامه ریزی آبیاری و تخریب خاک را زیر نظر داشته باشد. حرکت به طرف نگرش چند نظامه در تحقیق و توسعه باید به طریقی برنامه ریزی شود که حالت توصیه کلی و عمومی فعلی به دست اندرکاران اجرایی، در بلند مدت به توصیه بر اساس اصول کشاورزی دقیق (PA) تبدیل شود. بدین معنی که کاربرد نهاده های تولید بر اساس نیاز سنجی دقیق محلی یا موضعی هر محصول باشد به نحوی که پایداری موجود بهبود یابد و یا حداقل حفظ گردد. مفهوم کشاورزی دقیق با توسعه سریع فناوری های پیشرفته مانند نظام مکان یابی جهانی (GPS) و دسترسی آسان و کم هزینه به آن در حال گسترش است. کشاورزی دقیق مفهوم گسترده ای دارد و موارد زیادی را در بر می گیرد که هر کدام از جنبه های آن به طور مستقیم و یا غیر مستقیم روی محیط تاثیر می گذارد. به منظور داشتن عملکرد پایدار اقتصادی باید تمام آنها مورد بررسی همه جانبه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: کشاورزی پایدار، کشاورزی دقیق (PA)، محیط زیست، نظام مکان یابی جهانی (GPS)

مقدمه:

بهبود عملکرد محصولات کشاورزی در چند دهه گذشته همراه با کاربرد نهاده های گرانبه و تحمیل هزینه های اضافی بوده است. اعمال این هزینه ها تا همین اواخر به عنوان افزایش چشمگیر تولید توجیه می شد ولی اکنون روشن شده است که ادامه این نوع کشاورزی مستلزم به وجود آمدن مشکلات زیادی است مانند آلوده شدن آبهای زیر زمینی با آفتکش ها و کودهای شیمیایی، فرسایش خاک، مقاوم شدن آفات به آفتکش ها، مقاوم شدن علف های هرز به علفکش ها، پسمان های سموم در مواد غذایی و بسیاری از موارد زیان آور دیگر.

مکانیزاسیون گرچه موجب افزایش کارایی آن می شود ولی در نهایت منجر به نوعی از کشت و وکار می گردد که بهینه کردن تولید و استفاده مناسب از ماشین های کشاورزی در آن پیش بینی نشده است. روش های موجود موجب تراکم شدن خاک و به خطر انداختن سلامت آن، مبارزه ناکافی با علف های هرز و خسارت به محصول در برداشت



و حمل و نقل می گردد (بال و همکاران، 2001). تمرکز روی کارآیی و بازده اقتصادی بالا موجب نادیده گرفتن کاربردهای پایداری در محصولات کشاورزی شده است بنابراین ضروری است روش های به کار گرفته شده مورد ارزیابی قرار گیرد و راهکارهای مناسب برای بهبود میزان تولید و پایداری بر اساس تحقیقات برنامه ریزی شده و دقیق ارایه شود (ماگاری و همکاران، 1999).

اگر مایل باشیم اراضی موجود خود را برای نسل های فعلی و آینده حفظ نماییم باید در اعمالی که در طی چند دهه گذشته به صورت افراطی انجام داده ایم تجدیدنظر کنیم تا مقدمات برقراری پایداری کشاورزی فراهم شود. رسوب های بجا گذاشته شده و هرز آب زمین های کشاورزی نه تنها موجب خسارت به محصولات کشاورزی می شود بلکه باعث آلودگی آب های زیر زمینی و آب های سطحی نیز می گردد (پی منتال و همکاران، 1989). اکنون روشن شده است که اگر اثرات زیان آور مواد آلوده کننده و تخریب زیستگاه ها ادامه یابد نظام های کشاورزی قادر به تولید مواد غذایی مناسب برای انسان نخواهند بود (پارک، 1988). بر اساس تحقیقات انجام شده مهمترین آلوده کننده ها مواد آفتکش و کودهای شیمیایی هستند (رایلی، 1985 و توماس، 1985). تأثیر منفی حشره کش ها، قارچکش ها و علفکش ها بر روی محیط زیست به ثبوت رسیده و اثرات پس مانده آفتکش ها در زنجیره غذایی، نظام های پایدار زندگی را در بسیاری از مناطق به خطر انداخته است. کودهای شیمیایی به سبب مسمومیت خاک با نیترات و از بین بردن میکروفلورا و میکروفونای خاک و از طریق تغییر ساختار فیزیکی-شیمیایی آن می تواند خسارت زیادی وارد نماید. در کشور ایران علی رغم مصرف بیش از حد و تا حدی افراطی مواد شیمیایی اطلاعات دقیقی در مورد ابعاد تخریب محیط زیست در دست نیست. افزون بر دو نهاده پر هزینه کودهای شیمیایی و آفتکش ها، نهاده انرژی نیز با مصرف سوخت های فسیلی از نظر آلودگی محیط زیست اهمیت ویژه ای در کشاورزی دارد. بدیهی است مصرف بی رویه مواد شیمیایی برای عملکرد بالا افزون بر مسأله ساز بودن برای کشاورزی شامل افزایش هزینه های تولید، کاهش سود دهی و تسریع ناپایداری خواهد شد.

آگاهی از حفاظت محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن موجب شده که کارشناسان و متخصصین کشاورزی به نظام های زراعی که از نظر اکولوژیک سالم و با دوام هستند توجه بیشتری کنند. در کشور ما اصطلاح کشاورزی پایداراً یک مفهوم به طور تقریبی جدید است. در واقع توجه جهانی به این موضوع از سال 1987 با انتشار گزارش سازمان ملل تحت عنوان آینده مشترک ما جلب گردید (فریس و خان، 1993). اکنون چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه این آگاهی پیدا شده است که بشر قادر به پیشرفت های بیشتری در زمینه افزایش تولید محصولات کشاورزی نخواهد بود مگر به بهای مصرف مقادیر معتناهیی از منابع تجدید نشدنی. بنابراین تنها راه نجات بشر فعلی و نسل های آینده حفاظت از محیط زیست از راه توجه به کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار نوعی از کشاورزی است که قادر به تهیه غذای کافی برای رفع نیازهای نسل حاضر بدون صدمه زدن به جنبه های اکولوژیک و یا کاهش فرآوردگی نظام های زراعی است. بر اساس تعریف بروکسز (1990) توسعه پایدار به معنی توسعه ای است که با وجود برآورده کردن نیازهای فعلی به قابلیت های نسل های آینده برای رفع نیازهایشان صدمه ای وارد نمی سازد. برای رسیدن به پایداری ضروری است که عملیات زراعی ارزیابی دوباره شود. بنا به نظریه هاردوود (1990) کشاورزی پایدار عبارت است از نوعی کشاورزی که بتواند به طور نامحدودی در جهت بهره وری بیشتر انسان، کارآیی بیشتر استفاده از منابع طبیعی و موازنه در محیط که منجر به ایجاد شرایط مناسب تر برای



نوع انسان و سایر موجودات زنده می شود تکامل پیدا نماید. دوور و تالبوت (1987) و همین طور جکسون و پای پر (1989) معتقدند که در تلاش برای یک کشاورزی پایدار ضروریست که علوم کشاورزی با مفاهیم اکولوژی (زیست بوم شناسی) تلفیق گردد.

در این مقاله کوشش شده است به طور اجمالی به برخی از عملیات کشاورزی که روی تولید پایدار محصولات کشاورزی تاثیر می گذارد توجه شود و در چهارچوب اصول اکولوژیک و فناوری های جدیدی مانند کشاورزی دقیق، پیشنهادهای مناسبی برای جایگزینی و تغییر روش های قراردادی مورد استفاده به منظور داشتن یک کشاورزی بلند مدت سالم، اقتصادی و پایدار ارائه شود.

مفاهیم و چالش ها:

در قرن حاضر در تمام دنیا پایداری در محصولات زراعی به عنوان یک عامل مورد توجه و حیاتی برای ادامه آن تشخیص داده شده است. مفهوم پایداری در دهه گذشته توجه زیادی را در زمینه تحقیق و توسعه به خود جلب نموده است. کوشش های اصلی در این دیدگاه، تلفیق موضوع های اقتصادی و محیطی در رابطه با اکوسیستم های زراعی و یا هر نظام تولیدی است (پی یرس و همکاران، 1988). تا کنون تعریف های زیادی در مورد پایداری ارائه شده است که در بین آنها تعریف کان وی (1987) از همه مناسب تر است. بر اساس این تعریف پایداری عبارت است از قابلیت یک نظام برای نگاهداری فرآوردگی (میزان تولید) خود در مواقعی که تحت تنش می باشد. اکوسیستم های زراعی با ویژگی هایی مانند فرآوردگی، ثبات و همسانی و مهمتر از همه پایداری مشخص می شوند. در بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایران، کشت و کار با نوعی از رویکرد محافظه کارانه کاربرد فناوری حاصل از تحقیق و توسعه همراه است. در نتیجه بسیاری از جنبه ها مانند مدیریت منابع طبیعی، تحت نظر قرار دادن خط مشی ها و به کارگیری پروژه ها در محیط مناسب که اساس پایداری است نادیده گرفته می شود.

با وجود مطرح بودن جنبه های گوناگون و مختلف در مورد مساله پایداری کشاورزی، حقیقت آشکار این است که یک نظام کشاورزی پایدار نتیجه یک مدیریت راهبردی است که به تولید کننده برای انتخاب کولتیوار، بسته بندی حاصلخیزی خاک، برنامه دفع آفات و علف های هرز، نظام خاک ورزی و تناوب زراعی مناسب کمک می کند. در نتیجه هزینه های تولید کاهش می یابد، تاثیر این نظام انتخابی روی محیط به حداقل می رسد، یک سطح معقول از پایداری به وجود می آید و به جامعه منفعت می رساند. بنابراین کوشش برای رسیدن به پایداری در محصولات زراعی منحصر به پیروی از نظام علمی ویژه ای نمی باشد بلکه تمام چرخه تولید از اصلاح نباتات و عملیات گوناگون کشاورزی تا دفع مواد زاید حاصل از فرآیندهای مختلف را شامل می شود. در این راستا افرادی که با تحقیقات محصولات زراعی کار می کنند شامل اصلاح نباتات کنندگان، فیزیولوژیست ها، متخصصین زراعت، خاکشناسان، متخصصین آبیاری و مهندسی زراعی و متخصصین صنایع غذایی و فناوری آن می باشند. روشن است که برای رسیدن به پایداری به منظور حفاظت از محیط زیست نیاز به کار گروهی می باشد و جنبه های گوناگونی بایستی مورد بررسی قرار گیرد که مهمترین آنها را می توان به صورت زیر خلاصه نمود.

1- **زیست فناوری (بیوتکنولوژی):** کشاورزی جدید وابستگی شدیدی به منابع تجدید نشدنی مثل سوخت های فسیلی، آفت کش ها و کودهای شیمیایی دارد. این منابع بدون شک موجب افزایش کارآیی و موفقیت تولید فعلی



نیشکر می شود. ولی آگاهی و علاقمندی بشر در دنیا و در کشور ما به اثرات نامناسب کاربرد بیش از حد آفتکش ها و مواد شیمیایی و پی آمدهای آن برای سلامت انسان و محیط زیست در دهه های اخیر بیشتر شده است. در نتیجه توجه به راهبردهای کشاورزی پایدار در محصولات زراعی یک ضرورت اساسی است. آفتکش ها هیچگاه یک نهاده اقتصادی نمی باشند و مصرف آنها لزوماً موجب سود دهی تولید نمی شود. در عوض راهبردهایی منجر به پایداری میزان تولید در آینده می گردد که استفاده از منابع تجدید نشدنی در آنها در حداقل باشد.

تمام عناصر تولید متراکم و موفقیت آمیز محصولات زراعی مانند جنبه های بیولوژیک، آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی بایستی مورد بحث قرار گیرد و به طور عادلانه مدیریت شود. در هر صورت، پیشرفت های به دست آمده در فیزیولوژی گیاهان زراعی، فناوری زیستی (بیوتکنولوژی)، نظام های مدیریتی، تجزیه و تحلیل سیستمی و مدل سازی، اقتصاد و خط مشی های ابتکاری فرصت های بسیار زیادی را برای محصولات زراعی فراهم آورده است که بتوانند با این چالش ها روبرو شوند. جامعه کشاورزی در سر تاسر جهان به دنبال استفاده کارآمد از منابع و در نتیجه تولید مقرون به صرفه و با بیشترین سودآوری است در حالی که دنیا در جستجوی کشاورزی پایدار و روش های در تناسب با محیط زیست است. کوشش های جدید مایل به جا انداختن نوعی از فناوری است که موقعیت ها را برای رسیدن به پایداری کشاورزی تقویت نماید. زیست فناوری یکی از روش هایی است که می تواند برخی از این نیازها را با به کارگیری روش های زیر برطرف نماید: الف) بهبود روش های تشخیص بیماری های گیاهی نه تنها برای کمینه کردن خسارت به عملکرد بلکه انتقال ایمن تر ماده ژنتیکی (ژرم پلاسما) و در نتیجه جلوگیری از ورود آفات و بیماری های جدید به یک منطقه می باشد، ب) کشت بافت و تکثیر سریع ارقام با عملکرد بالا برای استفاده اقتصادی از منابع زمین و آب و کاهش خطر استفاده مداوم از ارقام قدیمی تر، پ) وضع مقررات در مورد ایمنی زیستی برای جلوگیری از پی آمدهای کاربرد ارقام به دست آمده از راه مهندسی ژنتیکی (برای مثال کلون های مقاوم به آفات، بیماری ها و علفکش ها) و ت) استفاده از مارکرهای ملکولی برای انتخاب کارآمد ارقام با عملکرد و کارایی بالا.

2- مدیریت محصول: تک کشتی در طی سالیان دراز موجب کاهش حاصلخیزی و در نتیجه پایین آمدن تولید می شود. بنابراین باید روش هایی را بر گزید که در عین حفظ پایداری میزان تولید در بلند مدت کاهش نیابد. یکی از راهکارهای مناسب استفاده از کشت بین ردیفی و تقویت زمین با استفاده از کشت و کار گیاهان خانواده بقولات (لگومینوز) در دوره آیش است. این امر نیاز به تحقیقات اصولی و پی گیر برای اصلاح و بهبود روش های به کار گرفته دارد.

بررسی تناوب زراعی به عنوان یکی از اجزاء مهم حفاظت خاک و منابع نظام کشاورزی و در صورت امکان استفاده از آن در کشت محصولات زراعی می تواند اثرات نامناسب تک کشتی را در بلند مدت تا حدود زیادی کاهش دهد. در این راستا کاشت گیاهان خانواده بقولات افزون بر تثبیت نیتروژن و کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی نیتروژنی، می تواند مزایای زیادی مانند شل کردن خاک، اصلاح زهکشی زمین و مهار علف های هرز داشته باشد.

3- مدیریت زمین: نگاهداری کیفیت و کمیت خاک یکی از هدف های عملیات کشاورزی و زیست محیطی پایدار است. حفظ لایه مواد آلی خاک به دو دلیل اهمیت دارد: الف) حفاظت از آن موجب جلوگیری از مساله گرم شدن گلخانه ای جهانی می شود، ب) حفظ مواد آلی به معنی خواص فیزیکی بهتر خاک برای مثال ساختار، ظرفیت نگاهداری آب و در نتیجه عملکرد بالاتر و کشاورزی پایدار است. عملیات حفاظت خاک در عین حال که بایستی



اقتصادی باشد نباید در برگیرنده موارد زیان آور مانند آلودگی خاک و آب سطحی باشد. عملیات زراعی که موجب نگاهداری کیفیت و کمیت خاک می شود شامل حد اقل خاک ورزی به منظور کمینه کردن فرسایش است. در این صورت از بهم خوردن خاک و حساسیت به تخریب کاسته می شود. برای رسیدن به هدف های حفاظتی خاک در محصولات زراعی و جلوگیری از فرسایش بایستی موارد مختلفی را مورد بررسی قرار داد. برخی از تحقیقات نشانگر آن است که یکی از عوامل کاهش عملکرد در کشت پشته سرهم می تواند کم شدن مواد آلی خاک باشد (رقنزیایی، 1991). این کاهش عملکرد را می توان با کاربرد توام کودهای شیمیایی و کود حیوانی جبران نمود (یاداو و پراساد، 1992). در برخی مناطق شاید بتوان با کاشت گیاهان خانواده بقولات و همچنین کاربرد مواد آلی زاید به تقویت مواد آلی خاک کمک نمود و نسبت C:N را بهبود بخشید.

در مدیریت زمین به وجود آوردن پایگاه های اطلاعاتی با ویژگی های فیزیکی (مانند نوع خاک، شیب، داده های آب و هوایی، استفاده از زمین، تعیین تناسب اراضی برای نیشکر و سایر محصولات کشاورزی، محدودیت های تولید، شیوع علف های هرز، آفات و بیماریهای گیاهی) اولین گام است. این اطلاعات بایستی از طریق فناوری بر اساس اطلاعات قابل دسترس از طریق ماهواره مانند نظام مکان یابی جهانی (Global Positioning System=GPS) و نظام اطلاعات جغرافیایی (Geographical Information System=GIS) و تجزیه و تحلیل مکانی تلفیق گردد تا در نتیجه قادر باشیم میزان تولید بالقوه نیشکر و خطرات حاصل از آن را برای محیط زیست ارزیابی کنیم.

4- شخم حفاظتی: در محصولات زراعی شخم حفاظتی می تواند بجا گذاری رسوب را در خاک به حداقل ممکن رساند و تخریب آن را کاهش دهد. برای جلوگیری از تخریب خاک و حفاظت از آب روش های گوناگونی پیشنهاد شده است که ضروری است تاثیر اقتصادی آنها در شرایط محلی مورد ارزیابی قرار گیرد. امکان دارد برخی از این عملیات برای تولید در برخی از شرایط آب و هوایی نامناسب و غیر عملی باشد. با انجام پروژه های تحقیقاتی مناسب موازنه بین سود دهی و پی آمدهای زیست محیطی را می توان تعیین نمود. با این ترتیب قادر خواهیم بود بهترین ترکیب بین عملیات شخم و نظام کشت که مناسب ترین حفاظت از خاک و آب را تامین کند به وجود بیآوریم. در این راستا کاربرد مواد شیمیایی (کودها و آفتکش ها) باید با استفاده از اطلاعات ماهواره ای و انجام عملیات مزرعه ای ضروری در رابطه با شرایط خاک و نیروی بالقوه آلودگی که موجود است تعیین گردد و به حداقل رسانده شود. برای مثال مولکول های علفکش ها نیز مانند عناصر نیتروژن و فسفر می تواند به ذرات خاک به چسبند و یا در آب حل گردد. عملیاتی مانند شخم حفاظتی که موجب افزایش قدرت نفوذ آب و کاهش هرز آب می شود به طور اثربخشی می تواند از هرز روی علفکش جلوگیری کند. برخی از تحقیقات نشانگر آن است که شخم حفاظتی در مقایسه با شخم قراردادی و متداول تا 70 درصد از هرز روی علفکش ها جلوگیری می کند.

5- مدیریت مواد غذایی: در نظام بهره برداری فعلی چرخه های بیولوژیک از نظر مفهوم اکولوژیک آن به طور کامل ایمن نیست. برداشت محصولات زراعی در نهایت موجب خارج کردن مواد غذایی از خاک می شود. گرچه کشاورزی با نهاده پایین که بر اساس تثبیت بیولوژیک نیتروژن (گیاهان لگومینوز) قرار دارد می تواند موجب برگرداندن نیتروژن به خاک شود و از نقطه نظر این عنصر پایداری حاصل شود، تمام اراضی زراعی در بلند مدت دچار مشکل کمبود پتاسیم، فسفر و سایر عناصر غذایی می شوند و در نتیجه پایداری را به منظور تولید سودآور دچار مشکل می کنند. بنابراین در برنامه ریزی ها بایستی فرض بر این قرار داده شود که بدون کاربرد مواد غذایی



امکان بهره برداری پایدار محصولات زراعی مقدور نمی باشد. برنامه ریزی ها باید به نحوی باشد که خاک دچار فقر مواد غذایی نگردد و در عین حال از مصرف بیش از حد این مواد نیز خود داری گردد و از تاثیر نامناسب آنها روی خاک و آب جلوگیری شود. روش های انتخابی می تواند شامل موارد زیر باشد: الف) عملیاتی که موجب کاهش نهاده کود شیمیایی و یا افزایش کارایی آن می گردد، ب) کاربرد ویژه-مکانی کود شیمیایی بر اساس عملکرد بالقوه و یا پس از تجزیه خاک و گیاه برای جلوگیری از مصرف بیش از حد کود و یا از بین رفتن منابع خاکی، پ) مصرف کارآمد کود با کاربرد آن در زمان مناسب، محل درست در خاک و شکل شیمیایی مناسب، ت) تشخیص برگی برای اطمینان خاطر از اینکه منابع غذایی خاک تخلیه نگردیده است که منجر به تخریب آن شود و ث) استفاده ایمن از ضایعات محصولات زراعی و تبدیل آنها به کود.

بنابراین با توجه موارد یاد شده، برای داشتن عملکرد اقتصادی بهینه در محصولات زراعی، کاربرد کودهای شیمیایی ضروری است. این امر به معنی کاربرد کود در زمان و مکان مناسب است. در هر محصول زراعی تعیین کود مورد نیاز بایستی در رابطه با آزمایش و همین طور تجزیه خاک و گیاه باشد. البته نوع خاک و آب و هوا نیز می تواند در توصیه کودی نقش داشته باشد.

6- مدیریت آب: وجود آب کافی شرط اول تولید اقتصادی محصولات زراعی و رسیدن به عملکرد بالقوه است. بنابراین مدیریت منابع آبی از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا که استفاده بهینه از آب موثرترین معیار انسان در مقابل انتشار غیر یکنواخت مکانی و فصلی بارندگی است. در برنامه ریزی ها بایستی توجه نمود که رقابت برای آب در بین بخش های کشاورزی، صنعتی و خانگی با افزایش جمعیت و صنعتی شدن افزایش می یابد. برنامه های آبیاری باید با کل نظام کشت محصولات زراعی گوناگون هماهنگی داشته باشد که این امر از طریق تحقیقات مزرعه ای مداوم میسر خواهد بود. در این راستا استفاده از هر نوع سیستم آبیاری شامل سطحی، بارانی و قطره ای بایستی بهینه شود. اصلاح و تولید ارقام مقاوم به خشکی یک راه حل بلند مدت مناسب برای حل مشکل آب و افزایش تولید است. گزینه های مدیریت آب را که به وسیله آنها می توان به یک تولید پایدار رسید عبارتند از: الف) جایگزینی آبیاری سطحی با آبیاری قطره ای و یا آبیاری با کنترل مرکزی با حد اقل هرز آب به زمین ها و راه های آبی اطراف و ب) استفاده مفید از آب بر اساس تعیین نیاز آبی محصول به منظور جلوگیری از شستشوی آب به زیر منطقه ریشه.

7- مکانیزاسیون: کشور ما نیز مانند بسیاری از کشورهای دنیا می تواند به تدریج با کمبود و گرانی کارگر روبرو شود. بنابراین منطقی است که برخی از عملیات کارگر بر و پر هزینه را با مورد توجه قرار دادن ابعاد اجتماعی و اقتصادی آن با برنامه ریزی درست و مرحله ای ماشینی و مکانیزه کرد. همانطور که در پیش اشاره شد مکانیزاسیون می تواند به نوبه خود مسایل و مشکلاتی مانند فشردگی و از هم پاشیدن خاک را به وجود بیاورد. عملیات کاشت و برداشت به طور معمول همراه با صدمه فیزیکی به خاک به ویژه در شرایط محیطی نامناسب است. بنابراین استفاده برنامه ریزی شده از تجهیزات در شرایط محیطی مناسب شرط اصلی موفقیت در کار است. یکی از راهکارها برای به حداقل رساندن تخریب و بهم فشردگی خاک، کاربرد به موقع و در زمان مناسب آنها است. افزون بر این اگر در نظر باشد تمام عملیات برداشت مکانیزه شود لازم است که نسبت به اصلاح و استفاده از ارقام زراعی مناسب با شرایط محیط اقدام شود.



8- مدیریت آفات گیاهی: پایداری به طور کلی در رابطه با گزینه های موجود در مورد مواد شیمیایی کشاورزی (کودهای شیمیایی و آفتکش ها) است. کشاورزی مدرن به کاربرد در حجم زیاد مواد شیمیایی وابستگی شدید دارد اما در عین حال خسارت آفات، بیماری های گیاهی و علف های هرز به محصولات کشاورزی هنوز تا حد غیر قابل قبولی بالا است. لووت (1982) پیشنهاد کرده است که برای داشتن نظام های کشاورزی پایدار، با تولید بالا و کمتر خسارت زننده به محیط زیست در آینده نیاز است که فنون کشت و کار و مدیریت تغییر یابد. این امر شامل بهبود سازگاری گیاهان به محیط، استفاده موثر از تناوب زراعی، استفاده بیشتر از روش های مبارزه بیولوژیک و توسعه مقاومت و تحمل در محصولات به ویژه از راه اصلاح نباتات است.

8-1- مدیریت آفات و عوامل بیماریزای گیاهی: استفاده از مواد شیمیایی حشره کش مسایل و مشکلات عمده ای دارد. برای مثال گران است، می تواند به حشرات غیر هدف و مفید خسارت وارد نماید و اغلب می تواند منجر به ایجاد مقاومت و به وجود آمدن یک آفت جدید شود. یکی از راهکارها استفاده از حشرات مفید و عوامل بیماریزای حشرات مضر به منظور کاهش استفاده از حشره کش ها در یک برنامه راهبردی مدیریت تلفیقی آفات است.

در مورد بیماری های گیاهی بهترین راهکار استفاده از روش های اصلاح نباتات به منظور تهیه ارقام مقاوم است. تحت نظر قرار دادن ارقام موجود و به ویژه ارقام جدید با انجام آزمایش های آزمایشگاهی و گلخانه ای ضروری است. ارقام محصولات زراعی به طور معمول بر اساس سازگاری به خاک و آب و هوا توصیه می شوند ولی برای بهره گیری مناسب تر بهتر است واکنش آنها به عوامل بیماریزای گیاهی نیز تعیین شود. مبارزه زراعی شامل خارج و حذف کردن ارقام متفرقه، برنامه ریزی زمان کاشت و برداشت بر اساس شرایط آب و هوایی و زهکشی مناسب اراضی است. استفاده از سمپاشی برای مبارزه با بیماریهای قارچی باید در حداقل ممکن باشد.

8-2- مدیریت علف های هرز: مدیریت تلفیقی علف های هرز در محصولات زراعی شامل کاربرد روش های مکانیکی، زراعی و شیمیایی است. مبارزه مکانیکی همیشه به ویژه اگر اندام های رویشی کشیده برگ ها در خاک وجود داشته باشد اثر بخش نیست. کولتیواتورزنی می تواند به ریشه بعضی گیاهان زراعی صدمه وارد کند. روش های زراعی شامل فاصله ردیف های نزدیکتر به هم یا کشت دو ردیفه به منظور کاربرد کمتر علفکش ها می تواند بسیار کارساز باشد. عملیات کاربرد بقایای گیاهی می تواند مصرف علفکش ها را کم کند. اگر امکان استفاده از تناوب زراعی باشد موجب کاهش خسارت آفات، بیماری های گیاهی و علف های هرز می شود. البته استفاده از مواد شیمیایی افزون بر آسانی کاربرد مقرون به صرفه است.

9- فناوری اطلاعات: استفاده از مدل های آماری برای شبیه سازی روش های گوناگون مدیریتی که قادر به برآورد و پیش بینی روش های به کار گرفته شده برای افزایش میزان تولید ضروری است. استفاده از این مدل ها به ما اجازه می دهد که پتانسیل بالقوه عملکرد محصول را با حداقل اثر نامناسب آن روی محیط زیست به دست آوریم. در حال حاضر بسته بندی های آماده رایانه ای در این مورد وجود دارد که می توان با تغییرات مناسب در رابطه با محل در آنها مورد استفاده قرار گیرند. روشن است اگر قرار باشد افرادی که دست اندر کار امور اجرایی تولید نیشکر نقش مهمی در رابطه با کشاورزی پایدار به عهده داشته باشند آنها باید از کارآمدترین فناوری های مناسب زیست محیطی در رابطه با مصرف مواد شیمیایی کشاورزی، کاربرد ارقام پر بار، عملیات زراعی، روش های حفاظت گیاهان

و مدیریت منابع طبیعی اطلاع کافی داشته باشند. روشن است که تهیه پایگاه های اطلاعاتی و تهیه فیلم و وسایل کمک آموزشی روز آمد می تواند نقش بسیار ارزنده ای در آموزش و تکمیل معلومات کارکنان اجرایی درگیر مستقیم با تولید ایفا نماید.

نتیجه گیری:

اکنون این آگاهی عمومی پیدا شده است که پایداری به معنی کاهش میزان تولید و کارآیی نیست. در سالهای اخیر نگرش ها تغییر کرده است به نحوی که علاقمندی زیادی به حفظ محیط زیست و انجام عملیات زراعی پایدار در محصولات زراعی نشان داده می شود. اگر این اعتقاد پیدا شود که ما باید مواد غذایی خود را با رعایت مفهوم های کشاورزی پایدار به عمل آوریم در آن صورت هماهنگ با طبیعت حرکت کرده ایم و می توانیم امیدوار باشیم که منابع طبیعی را در محدوده اکوسیستم های زراعی که با آن سروکار داریم حفظ می نماییم. برای حل مسایل بسیار زیادی که هم اکنون در تولید پایدار محصولات زراعی با آن روبرو می باشیم و کاهش اثرات نامناسب زیست محیطی آنها نیاز به یک رویکرد چند نظامه و همکاری جمعی است. راهبردها باید به نحوی انتخاب گردد که تغییر در عملیات زراعی، روش و زمان مصرف مواد شیمیایی، برنامه ریزی آبیاری و تخریب خاک را زیر نظر داشته باشد. در عین حال باید متوجه بود که اثر هر راهبرد جدید روی محیط می تواند تحت تاثیر ویژگی های خاک و مواد شیمیایی، حرکت و انتشار آب، آب و هوا و غیره باشد. برای اطمینان خاطر از اینکه جابجایی مواد آلوده کننده از یک بخش چرخه آب به بخش دیگر آن به آسانی انجام پذیر نیست، نیاز است که تمام دست اندرکاران تولید نیشکر و فرآورده های جنبی آن با یکدیگر همکاری تنگاتنگ و موثر تحقیقاتی داشته باشند. افزون بر این متخصصین محیط زیست و اقتصادی نیز باید در این تحقیقات راهبردی نقش اثر بخش داشته باشند.

برای رسیدن به پایداری به منظور حفاظت از محیط زیست نیاز به کار گروهی می باشد و مسایل گوناگونی را باید مورد توجه و بررسی دقیق قرار داد که مهمترین آنها عبارتند از: اصلاح نباتات و زیست فناوری، نظام های کشت و مدیریت محصول، حفاظت از خاک و مدیریت زمین، تغذیه گیاهی و تامین تلفیقی مواد غذایی، آبیاری، مکانیزاسیون، شخم حفاظتی، حفاظت گیاهان و تولید کشاورزی سازگار با محیط، فناوری اطلاعات و حفظ پایداری. کشت پشت سرهم در بلند مدت می تواند موجب کاهش عملکرد شود بنابراین برای حل مسایل بسیار زیادی که در تولید پایدار محصولات زراعی با آن روبرو می باشیم و همچنین کاهش اثرات نامناسب زیست محیطی آنها نیاز به برنامه ریزی دقیق همراه با یک رویکرد چند نظامه و همکاری جمعی است.

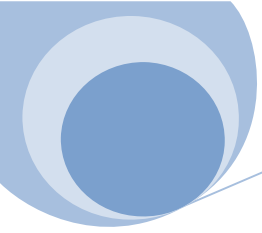
حرکت به طرف نگرش چند نظامه در تحقیق و توسعه باید به طریقی برنامه ریزی شود که حالت توصیه کلی فعلی به دست اندرکاران اجرایی، در بلند مدت به توصیه بر اساس اصول کشاورزی دقیق (Precision Agriculture) تبدیل شود یا به بیان ساده تر به نوعی زراعت توأم با نسخه نویسی ناحیه ای تغییر یابد. بدین معنی که کاربرد نهاده های تولید بر اساس نیاز سنجی دقیق محلی یا موضعی نیشکر باشد به نحوی از هر گونه عمل افراطی جلوگیری شود و پایداری موجود بهبود یابد و یا حداقل حفظ گردد. مفهوم کشاورزی دقیق با توسعه سریع فناوری های پیشرفته مانند نظام مکان یابی جهانی (GPS) و دسترسی آسان و کم هزینه به آن در حال گسترش است. البته باید متوجه بود که کشاورزی دقیق مفهوم گسترده تری دارد تا فقط کاربرد نهاده پایین. این نوع



کشاورزی موارد زیادی را از تسطیح و تراز بندی درست زمین، مدیریت خاک و آب، گزینش مناسب ترین کولتیوار زنی و غیره را در بر می گیرد. هر کدام از این جنبه ها به طور مستقیم و یا غیر مستقیم روی محیط تاثیر می گذارد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که نظام کشاورزی دقیق در حال حاضر به مثابه یک طفل نوپا است که اعمال و افکار معقولانه و جمعی نگری ما با استفاده موثر و مفید از تمام نیروهای متخصص می تواند او را به جوانی رشید و کارآمد تبدیل نماید. در آن صورت قادر خواهیم بود نظامی را برقرار کنیم که واقعیت های ملموس موجود را به خوبی درک نماید و با پذیرش و تفسیر درست داده ها به تولید پایدار نیشکر و حفظ محیط زیست سالم اقدام شود.

منابع مورد استفاده

1. Brooks D. (1990). Beyond catch phrases: what does sustainable development really mean?, IDRC Reports pp. 24-25.
2. Conway G.R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agric. Systems*, vol. 24. pp. 95-177.
3. Dover, M. and L. M. Talbot. (1987). To feed the earth: Agroecology for Sustainable Development. World Resource Institute, Washington DC, U.S.A.
4. Faris. M. A. and H. Khan. (1993). Sustainable Agriculture in Egypt. Lynn Rienner Publishers Inc. London, 271 pp.
5. Harwood. R. R. (1990). A history of sustainable agriculture. Proceedings of the international conference, Sustainable Agriculture System, Soil Water conseration Society, Iowa. pp. 3-19.
6. Jackson, W. and J. Piper. (1989). The necessary marriage between Ecology and Agriculture. *Ecology*. 70: 1591-1593.
7. Lovett J.V. (1982). Agro-chemical alternatives in a future agriculture. *Biological Agriculture and Horticulture Vol. 1.* pp. 15-27.
8. Magarey, R.C., A.L. Garside and T.A. Bull (1999). Opportunities for improving sugarcane yields in high input farming systems. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.* 23(1):90-99.
9. Park, J. (1988). Environmental Management in Agriculture. Belhaven Press, London. 260 pp.
10. Pearce D.W., E. B. Barbier, and A. Markandya. (1988). Environmental Economics & Decision making in Sub-Saharan Africa LEEC paper 88-01.
11. Pimental, D., T. W. Culliney, I. W. Buttler, D. J. Reinemann and K. B. Beckman. (1989). Low-input sustainable agriculture using ecological management practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 27: 3-24.
12. Reghenzani J. (1991). Cane growing: looking at the environmental impact. *Australian Canegrower* 13 (23), p. 20.
13. Reilly, W. K. (1985). Protecting grounwater. Journal of Soil Conservation. 4.: 280.
14. Thomas, L. M. (1985). Management of nonpoint- source pollution: what priority. *Journal of Soil Water Conservation.* 40: 8.
15. Yadav R. L. and S.R. Prasad (1992). Conserving the organic matter content of the soil to sustain sugar cane yield. *Expl. Agric.* 28. pp. 57-62.



Sustainability in agriculture and new technologies

A. N. Farahbakhsh

College of Agriculture, Islamic Azad University of Shiraz

Abstract

Global warming, loss of biodiversity, pest and diseases problems and soil degradation are threats to sustainability of agriculture in 21st century. In most countries of the world including our country, extreme use of chemicals for high yield has led to increasing production cost accompanied with destruction of soil, water and biological resources. As a result, specialists are interested in moving towards safe and sustainable agroecosystems.

Sustainable agriculture is an important element of the overall effort to make human activities compatible with the demands of the earth's eco-system. Thus, an understanding of the different approaches to ecological agriculture is necessary if we want to utilize the planet's resources wisely. For solving problems facing the sustainable crop production and reducing the unsuitable environmental effects of conventional agriculture, there is a need for precision planning with a multidisciplinary approach and holistic collaboration. In the long term, all of the present official recommendations should be adopted to the fundamentals of precision agriculture, using new technologies such as global positioning system (GPS).

Key words: GPS, precision agriculture, sustainability, technology