

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در گذشته، حال و آینده

فواد مرادی

بخش فیزیولوژی مولکولی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰

چکیده

مرادی ف (۱۳۹۵) تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در گذشته، حال و آینده. نشریه علمی - ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۵(۲): ۷۱ - ۹۵.

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به موادی اطلاق می‌شود که در مقادیر بسیار کم تأثیرات بسیار بزرگی بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارند. این ترکیبات می‌توانند طبیعی یا مصنوعی باشند که فرم طبیعی آن را هورمون‌های گیاهی می‌نامند. بعضی از این ترکیبات ده‌ها سال است که شناخته شده و نوع و میزان واکنش گیاهان به آنها نیز مشخص می‌باشد، درحالی که بسیاری از آنها تنها در سال‌های اخیر شناسایی شده‌اند. برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد بخاطر تأثیرات مستقیمی که بر رشد، نمو و حتی کیفیت محصولات زراعی و باغی دارند در بعضی از کشورها کاربردهای تجاری بسیاری یافته و سالانه بر تعداد مصرف‌کنندگان آنها افزوده می‌شود، با این حال بسیاری از آنها همچنان مراحل تحقیقاتی خود را سپری می‌کنند. آمارهای موجود نشان می‌دهد که مصرف جهانی تنظیم‌کننده‌های رشد طی دوره ۱۰ ساله (۲۰۱۲-۲۰۰۳) از ۱۶۶۹۱ تن به ۴۲۷۰۰ تن ماده خالص، یعنی بیش از ۲/۵ برابر افزایش یافته است، و پیش‌بینی می‌شود که مصرف آنها تا سال ۲۰۲۰ سالانه ۳/۵۶ درصد روند افزایشی داشته باشد. ارزش بازار این ترکیبات در سال ۲۰۱۳ حدود ۳/۵۶ میلیارد دلار اعلام شده است و پیش‌بینی می‌شود ارزش این بازار تا سال ۲۰۲۰ به حدود شش میلیارد دلار برسد. طی سال‌های اخیر بر میزان مصرف این ترکیبات در ایران نیز افزوده شده ولی تاکنون اطلاعات مدونی در این خصوص ارایه نشده است. در مقاله زیر سعی شده است که به وضعیت تولید و مصرف این ترکیبات و مشکلات قانونی موجود در ایران و جهان پرداخته شود.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد، قیمت و هزینه و هورمون‌های گیاهی.

مقدمه

و رسیدن آن می‌شود. گفته می‌شود استفاده از دود برای آغاز گلدهی در آناناس بطور تصادفی در سال ۱۹۸۳ توسط یک نجار کشف شد. وی پس از سوزانیدن تراشه چوب در گلخانه خود به بروز این پدیده پی برد (۱۳). استفاده از دود حاصل از سوزاندن فضولات دامی، به منظور وادار کردن صیفی جات به تولید گل، قرن‌ها است که در ایران، میان کشاورزان رواج دارد. در دهه ۱۹۲۰ میلادی مشخص شد که دود دارای هیدروکربورهای گازی غیر اشباع مانند اتیلن است، و همین عامل باعث بروز تغییرات مذکور در گیاهان می‌شود. از زمانی که تأثیر گاز اتیلن مشخص شده است، این ماده به صورت تجاری در گلخانه‌ها مورد استفاده می‌گیرد. طی دهه ۱۹۴۰ میلادی اکسین نیز چنین تأثیری را بر برخی از گیاهان نشان داد و اسید نفتالین استیک یا (NAA) اولین ترکیبی است که مورد استفاده قرار گرفته است. یکی دیگر از مهم‌ترین کاربردهای هورمون‌های گیاهی کمک به ریشه‌زایی است که از گذشته با استفاده از IBA (ایندول بوتریک اسید) انجام می‌شده و کاربرد آن هنوز هم همچنان مرسوم است (۱۶).

یک از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی ساخته شده‌ای که مدت‌ها برای جلوگیری یا تأخیر در جوانه‌زنی سیب‌زمینی و پیاز استفاده می‌شده است، مالیک هیدرازاید نام دارد. این ماده در دهه ۴۰ و ۵۰ میلادی برای تأخیر در رشد چمن کاری‌ها در زمین‌های گلف، منازل مسکونی و

هورمون‌های گیاهی که اغلب فیتوهورمون خوانده می‌شوند مواد آلی غیر غذایی بوده که در بافت‌های مرستمی و یا جوان در غلظت‌های کم ساخته شده و پس از انتقال به بافت هدف فعالیت‌های فیزیولوژیکی مهمی را در گیاه تنظیم می‌کنند (۱۵). اگرچه برخی مواد که به صورت مصنوعی تولید شده‌اند ممکن است بتواند اثرات مشابه و یا حتی عیناً نظیر یکی از هورمون‌های طبیعی گیاهی از خود بروز دهند، ولی هورمون گیاهی نامید نمی‌شوند. واژه صحیح‌تر برای چنین ترکیباتی که اثراتی شبه هورمون روی گیاه دارند، تنظیم کننده رشد می‌باشد (۱۴). تنظیم کننده‌های رشد، ترکیبات تولید شده‌ای هستند که فرآیندهای فیزیولوژیکی را تغییر می‌دهند. این مواد الف) با تقلید اثرات هورمون‌ها، ب) کاهش ساخت هورمون‌ها و از بین بردن و یا، ج) انتقال و یا تغییر محل تأثیر یک هورمون رشد و نمو را در گیاه تنظیم می‌کنند. در واقع می‌توان گفت تمام هورمون‌ها، تنظیم کننده رشد هستند، درحالی که تمامی تنظیم کننده‌های رشد الزاماً هورمون نمی‌باشند.

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد به مدت‌ها قبل از میلاد مسیح می‌رسد، زمانی که مردمان خاورمیانه یک قطره از روغن زیتون را برای بهبود رشد انجیر به درون آن می‌ریختند (۹). اخیراً مشخص شده است که دما و مرور زمان، باعث تجزیه روغن و آزاد شدن گاز اتیلن می‌گردد که به نوبه خود باعث تسریع نمو انجیر

کاربردهای عملی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کشاورزی و باغبانی

تاکنون بیش از ۱۱۵ گروه ماده تنظیم‌کننده رشد شناسایی شده‌اند که بر اساس کارکرد خود در گروه‌های مختلف قرار می‌گیرند. گروه هورمون‌های طبیعی گیاهی اصلی شامل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جبریلین‌ها، آبسزیک اسید، اتیلن، جاسمونات‌ها، براسینواستروئیدها و سالیسیلیک اسید هستند. با این حال گروه‌های دیگری مانند آنتی‌اکسین‌ها، برگ‌ریزها، بازدارنده‌های اتیلین، آزادکننده‌های اتیلین، گامت‌کش‌ها، بازدارنده‌های رشد، کندکننده‌های رشد، تسریع‌کننده‌های رشد و تنظیم‌کننده‌های رشد نیز وجود دارد.

مزایای استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در

کشاورزی

- تولید پایدار محصولات زراعی و باغی در شرایط وجود و عدم تنش‌ها
- افزایش تولید محصولات کشاورزی
- تولید محصول سالم
- افزایش بازارپسندی محصولات
- بهبود انبارداری و انبارمانی محصولات
- کاهش هزینه‌های کارگری (مانند تنک کردن گل و میوه)
- تعیین جنسیت گل به دلخواه تولیدکننده و یا اصلاح‌کننده نباتات
- افزایش تحمل به آفات و بیماری‌ها
- سازگاری بسیار زیاد با محیط زیست

کنار بزرگ راه‌ها در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گرفت. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ساخته شده دیگری نیز که بسیار مورد استفاده قرار گرفت *Chlormequat*، *Cycocel* یا *CCC* بود که باعث پاکوتاهی گندم می‌شد بدون آنکه طول سنبله آن را کوتاه کند و یا از کیفیت آن بکاهد. این کوتاهی قد باعث جلوگیری از ورس پس از باد و باران در مزارع می‌شد (۷). در آمریکا در اوایل دهه ۱۹۸۰، بزرگترین بازار مصرف تنظیم‌کننده رشد اختصاص به برگ‌ریزهای پنبه داشت. یکی دیگر از پرمصرف‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی فعلی در آمریکا، ترکیباتی است که از رشد جوانه‌جانبی در توتون جلوگیری می‌کنند. از اواخر دهه ۹۰ میلادی ترکیب شیمیایی اتافون (یک نوع تولیدکننده اتیلن در گیاه) به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، بیشترین مصرف را در خارج از آمریکا پیدا کرد. بطور مثال در اندونزی برای افزایش تولید لاتکس در مزارع تولید لاستیک طبیعی و یا تسریع در رسیدن نیشکر در مناطق گرمسیری بکار گرفته شد (۱۰). در سال‌های اخیر، مصرف انواع جبریلین شامل تأخیردهنده یا ممانعت‌کننده‌های آن مصرف بسیار گسترده‌ای یافته بطوری که در حال حاضر جایگاه ترکیباتی مانند تولیدکننده اتیلن، جذب‌کننده و یا محدودکننده تولید اتیلن را گرفته و در رتبه اول مصرف جهان قرار گرفته‌اند (۶).

سابقه مصرف هورمون‌های گیاهی در جهان و

ایران

از دهه ۱۹۴۰ میلادی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی طبیعی و مصنوعی بطور روز افزونی برای تغییر الگوی رشد، سرعت رشد یا هر دو مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این تغییرات از مرحله جوانه‌زنی شروع شده، و به مراحل رشد رویشی، زایشی، رسیدگی، بلوغ، پیری و حتی پس از برداشت تسری یافته است. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به روش‌های مختلف، مانند: (۱) تنظیم ترکیبات شیمیایی درونی گیاه و یا رنگ میوه، (۲) شروع یا خواب و یا بیداری بذرها، (۳) توسعه ریشه‌دهی و گسترش آن، (۴) کنترل اندازه گیاه یا ارگان خاص در گیاه، (۵) تحریک، تأخیر، یا جلوگیری از گلدهی، (۶) جلوگیری یا تحریک ریزش برگ، گل و یا میوه، (۷) کنترل شکل‌گیری میوه و نمو بعدی آن، (۸) جذب مواد معدنی نفوذ از خاک، (۹) تغییر زمان نمو محصول، (۱۰) افزایش مقاومت گیاه به آفات، (۱۱) افزایش مقاومت گیاه به مانند عوامل محیطی مانند تغییرات دما، آب، و آلودگی هوا، و (۱۲) جلوگیری از فساد پس از برداشت می‌توانند مفید باشند (۶).

تجارت و بازار هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های

رشد گیاهی

از اواسط دهه ۹۰ میلادی سازمان خواربار جهانی (۴) به همراه بانک جهانی (۲) گروه فنوکسی هورمون‌ها (اکسین‌های مصنوعی) که

بدون پسماند یا با پسماند بسیار کم

- افزایش استتقرار گیاهان و یکنواخت‌سازی نهال‌ها و گیاهان در نهالستان‌ها
- بهبود مدیریت برداشت و افزایش زمان بهره‌برداری از ماشین‌آلات (مانند نیشکر)
- کمک به ریزش برگ
- افزایش دوره برداشت و رسیدن محصول (گوجه، موز، پرتقال و...)
- تأخیر پیری در گیاهان
- تولید محصولات بدون بذر
- افزایش تولید و شکل‌گیری بذر و میوه
- جلوگیری از خواب بذر
- جلوگیری از جوانه‌زنی بذر
- کنترل گلدهی
- استفاده در کشت بافت
- افزایش عمر گل‌های بریده
- بعضی از انواع آنها مانند سالیسیلات‌ها، جاسمونات و براسینواستروئیدها جزء داروها نیز طبقه‌بندی می‌شوند.

معایب استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در

کشاورزی

- ورود ناخواسته هورمون‌ها به محصولات، خاک و آب‌های زیرزمینی
- سمیت بالقوه هورمون‌ها برای انسان و جانوران از جمله سرطان‌زایی، اختلال در رشد و تولید مثل، سمیت عصبی و سمیت حاد، مشخصاً در تنظیم‌کننده‌های رشد فنوکسی که در گروه علف‌کش‌ها قرار دارند.

عمدتاً کاربرد علف‌کشی دارند. از گروه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی خارج کرده و در گروه جداگانه‌ای به نام "Phenoxy Hormone Products" با کد "۱۳۲۱" قرار دادند و سایر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی را تحت نام "Plant Growth Regulators" با کد "۱۳۴۱" طبقه‌بندی نمودند، زیرا این دو گروه علاوه بر اینکه کاربردهای کاملاً متفاوتی دارند، استانداردهای یکسانی نیز ندارند.

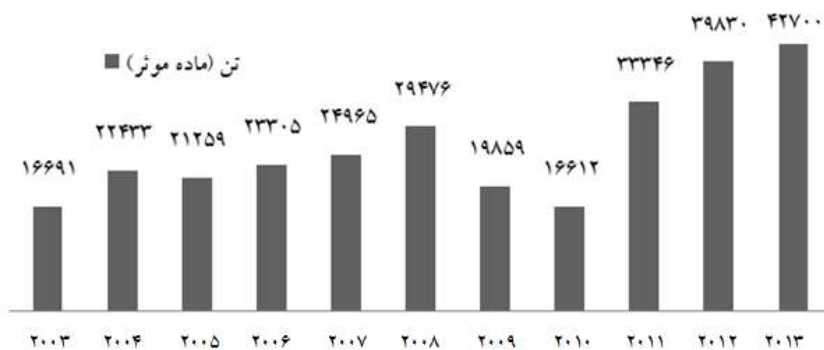
بررسی اطلاعات منتشر شده توسط بانک جهانی (۲) و مطالعات انجام شده توسط نهادهای وابسته به آن، و همچنین بررسی بازارهای اقتصادی جهان، نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ در جهان میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد بطور کلی سیر صعودی داشته است، ولی طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ این روند کمی شکل کاهشی و سپس مجدداً شکل افزایشی بخود گرفته است. تحلیل گران بازار، عامل اصلی این نوسانات را بحران اقتصادی جهانی طی آن سال‌ها دانسته‌اند (شکل ۱). با این حال ضریب افزایش مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر اساس محاسبات فائو ۳/۵۶ درصد اعلام شده است (شکل ۲) (۳). یادآوری می‌شود که میزان مصرف این ترکیبات بسیار کم و تنها حدود چند گرم در هکتار است، بنابراین افزایش سطح تیمار شده را نیز می‌بایست مدنظر قرار داد. علاوه بر این طی همین مدت کارایی فرمولاسیون‌های جدید نیز

بهبود یافته است، بطوری که در مقادیر کمتر، کارایی تنظیم‌کننده‌های رشد افزایش داده شده است. این امر به نوبه خود سطح اراضی تحت پوشش را افزایش داده بدون آنکه مصرف ماده مؤثر بیشتری مصرف شود. اگر همین روند مصرف را در نظر بگیریم، میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تا سال ۲۰۲۰ در مقیاس جهانی، به بیش از ۵۵ هزار تن ماده مؤثر خواهد رسید (شکل ۳).

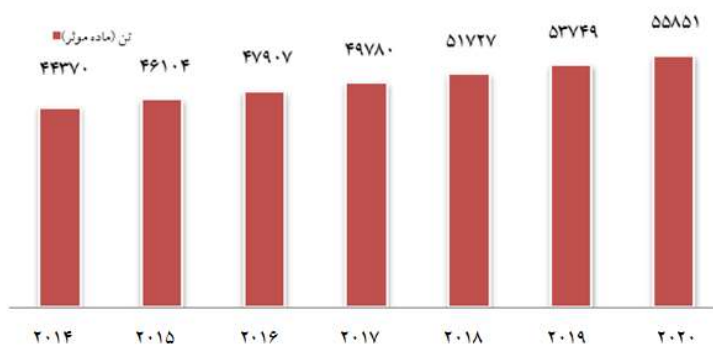
همین آمار نشان می‌دهد که میزان مصرف جهانی تنظیم‌کننده‌های رشد در سال ۲۰۰۳ میلادی ۱۶۶۹۱ تن ماده خالص بوده که در سال ۲۰۱۳ به ۴۲۷۰۰ تن ماده خالص، یعنی بیش از ۲/۵ برابر افزایش یافته است (شکل ۱).

ارزش بازار تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در سال ۲۰۱۳ حدود ۳/۵۶ میلیارد دلار اعلام شده است و محاسبات بانک جهانی (۱) با توجه به روند ۳/۶۵ درصدی مصرف (شکل ۲) و پیش بینی قیمت آتی این محصولات، ارزش آتی بازار را حدود شش میلیارد دلار (شکل ۳) برآورد کرده است (۳).

این برآورد نشان می‌دهد که بازار این محصولات نسبت به بسیاری از محصولات کشاورزی و صنعتی، بسیار کوچک‌تر است و با توجه به وجود بازیگران بسیار بزرگ و با سابقه در این صنعت، از نظر تحلیل گران بازار، عملاً سرمایه‌گذاری جدید در این صنعت چندان معقول به نظر نمی‌رسد. همچنین متنوع بودن تنظیم‌کننده‌های رشد، علاوه بر کاهش میزان

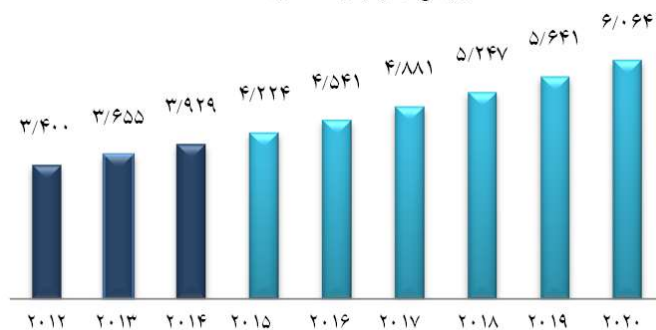


شکل ۱- روند افزایش مصرف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در جهان از سال ۲۰۰۳-۲۰۱۳ (۳/۵۶ درصد افزایش سالانه)



شکل ۲- پیش‌بینی روند وزنی مصرف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی سال ۲۰۱۴-۲۰۲۰ با سرعت رشد ۳/۵۶ درصد در سال

ارزش (میلیارد دلار)



پیش‌بینی شده

شکل ۳- پیش‌بینی روند رشد ارزش دلاری تنظیم کننده‌های رشد گیاهی سال ۲۰۱۵-۲۰۲۰

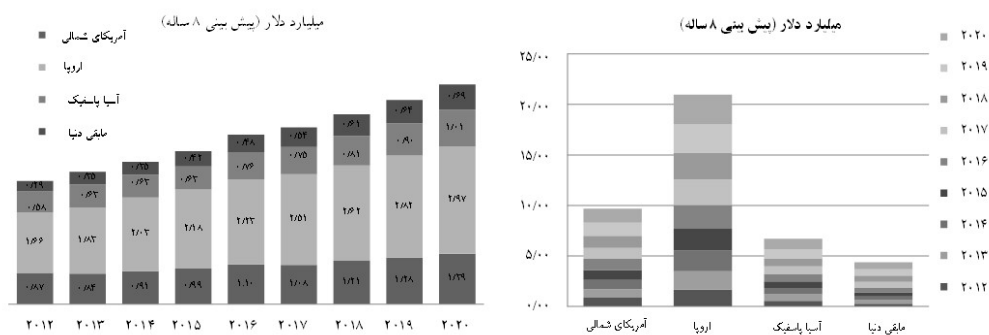
دنیا حدود چهار میلیارد دلار خواهد بود (شکل ۴).

یکی از دلایل بیشتر بودن ارزش بازار در اروپا و آمریکا علاوه بر مصرف بیشتر، بالاتر بودن کیفیت ترکیبات مصرفی، بهتر بودن فرمولاسیون آنها، به روز بودن و تحت قوانین ثبت اختراع بودن آنها است، در حالی که در آسیا- پاسفیک و ما باقی دنیا برای ارزان‌تر تمام شدن این مواد برای کشاورزان، از انواع قدیم‌تر و خارج شده از قوانین ثبت اختراع استفاده می‌شود.

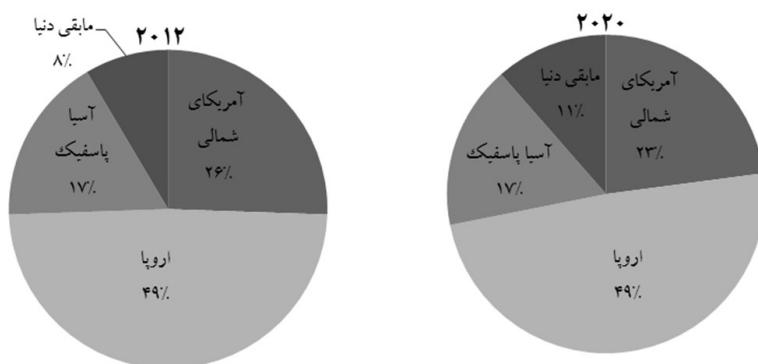
مقایسه میزان درصد هزینه کرد مناطق مختلف دنیا (شکل ۵) نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۲، اروپا به تنهایی ۴۹ درصد خرید جهانی تنظیم‌کننده‌های رشد را داشته است و پیش‌بینی می‌شود که همین روند نیز تا سال ۲۰۲۰ ثابت بماند. این در حالی که است که هزینه کرد آمریکای شمالی کاهش خواهد یافت و از ۲۶ درصد به ۲۳ درصد خواهد رسید و طی همین مدت در مابقی دنیا میزان هزینه کرد از هشت درصد به ۱۱ درصد افزایش خواهد یافت. در منطقه آسیا - پاسفیک مانند اروپا میزان هزینه کرد ثابت باقی مانده و همچنان در همان محدوده ۱۷ درصدی حفظ خواهد شد (۳). منابع موجود نشان می‌دهد که دلیل گرایش شدید اروپا به تنظیم‌کننده‌های رشد عمدتاً بخاطر طبیعی بودن بسیاری از این ترکیبات، مصرف بسیار کم برای یک هکتار، باقیمانده بسیار کم در محصولات، پایین بودن میزان

تقاضای اختصاصی برای هر کدام از تنظیم‌کننده‌های رشد و تولید فرمولاسیون‌های جدید همزمان با خارج شدن فرمولاسیون‌های قدیمی‌تر و ژنریک از قوانین ثبت اختراعات و تولید انبوه انواع آنها توسط شرکت‌های دیگر، ریسک سرمایه‌گذاری در این بخش از اقتصاد را بالا برده است. با این حال نظر قطعی را زمانی می‌توان اعلام کرد که به اطلاعات تکمیلی مانند ظرفیت اسمی تولید شرکت‌ها و کارخانه‌های موجود، میزان تولید فعلی آنها، ظرفیت خالی این کارخانه‌ها، عمر ساخت آنها، برنامه توسعه این شرکت‌ها، تعداد کارخانه‌های در حال ساخت و غیره در تمام جهان پی برد. این داده‌ها جزء اطلاعات بسیار مهم اقتصادی محسوب می‌شود و معمولاً بطور اختصاصی برای هر تنظیم‌کننده رشد تهیه شده و نوشتارهای مرتبط با آنها پس از تجزیه و تحلیل کامل برای فروش عرضه می‌شوند (۱۱).

اطلاعات موجود نشان می‌دهد (شکل ۴) که تا سال ۲۰۲۰ در مناطق مختلف دنیا مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به شکل نسبتاً ثابتی روند افزایشی خواهد داشت و به پیروی از آن ارزش بازار نیز افزایش خواهند یافت. پیش‌بینی می‌شود که طی هشت سال آینده، در بین مناطق مختلف دنیا، اروپا مجموعاً بیش از ۲۱ میلیارد دلار صرف خرید و مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد خواهد کرد، در حالی که این میزان در آمریکای شمالی حدود نه میلیارد دلار، منطقه آسیا- پاسفیک حدود شش میلیارد دلار و مابقی



شکل ۴- پیش‌بینی ارزش دلاری بازار تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مناطق مختلف دنیا تا سال ۲۰۲۰



شکل ۵- درصد سهم مناطق مختلف دنیا در بازار تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (بر اساس ارزش دلاری)

کره جنوبی و ژاپن، با به ترتیب ۱۲۲۸۰، ۵۶۵۶ و ۴۹۷۹ تن ماده خالص بیشترین میزان مصرف را داشته‌اند. این درحالی است که میزان مصرف این مواد در هند ۱۲۴۹ تن اعلام شده و آماری از میزان مصرف کشور چین نیز اعلام نشده است.

بر اساس آخرین آمار موجود، در آمریکای جنوبی کشورهای شیلی (۱۱۵۲۵ تن)، پرو (۸۱۲۲ تن) و آرژانتین (۲۴۴۹ تن) بیشترین میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد را داشته‌اند (شکل ۷). نکته جالب در بین کشور آفریقا این است که الجزایر با مصرف ۶۵۵۰ تن ماده مؤثر

سمیت آنها حتی در صورت باقی ماندن در محصول یا پس ماند آنها، افزایش ثبات تولید، بهبود بسیار زیاد کیفیت محصول تولیدی و بازارپسندی محصول نهایی و نهایتاً تولید محصول سالم می‌باشد.

آمار ارایه شده توسط فائو (۲) نشان می‌دهد که طی سال ۲۰۱۳ (شکل ۶) در بین کشورهای اروپایی بیشترین میزان مصرف تنظیم‌کننده رشد گیاهی، مربوط به کشورهای آلمان، انگلستان و فرانسه، با به ترتیب ۲۸۸۵، ۲۸۲۱ و ۲۳۹۴ تن ماده مؤثر بوده است. همین آمار نشان می‌دهد که در منطقه آسیا-پاسفیک کشورهای تایلند،

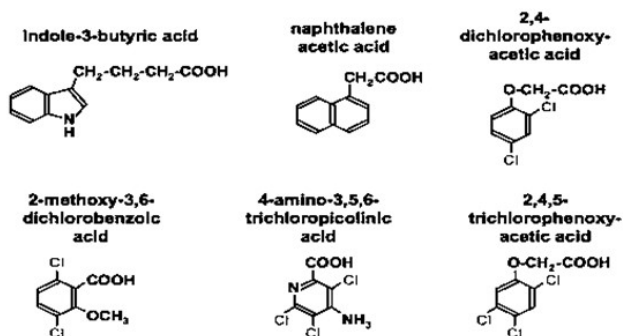
فنوکسی نیز گفته می‌شود یکی از ترکیبات شیمیایی مربوط به هورمون رشد خانواده ایندول استیک اسید (IAA) می‌باشند (۱۵) که بطور مصنوعی تولید شده و به صورت طبیعی وجود ندارند (شکل ۸). تنوع این گروه از ترکیبات نسبت به سایر تنظیم‌کننده‌های رشد بسیار محدود می‌باشند. همانطور که گفته شد بر اساس طبقه‌بندی فائو، این ترکیبات از زیر مجموعه تنظیم‌کننده‌های رشد خارج شده و بطور جداگانه طبقه‌بندی می‌شوند.

میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ایران

بر طبق آمار موجود میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد در ایران "۵۰/۵۳ تن ماده خالص" اعلام شده است (شکل ۶). هر چند اثری از این اطلاعات در گمرک ایران دیده نمی‌شود!

فنوکسی هورمون‌ها و میزان مصرف آنها در ایران و جهان

فنوکسی هورمون‌ها که به آنها علف کش

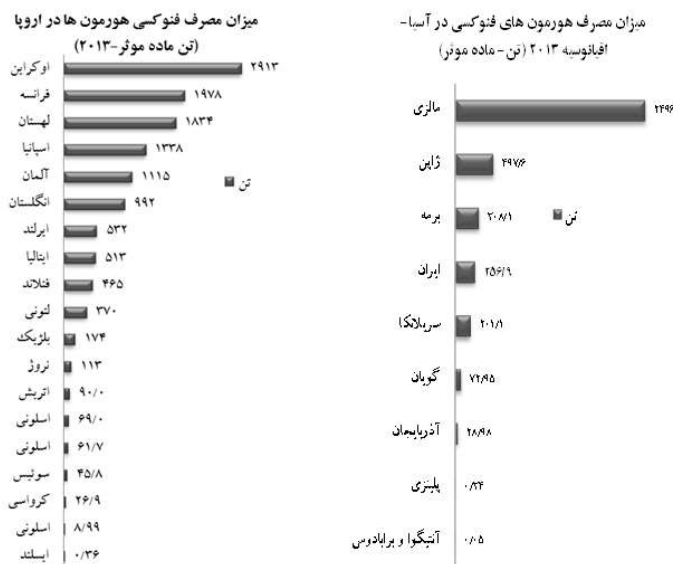


شکل ۸- انواع تجاری فنوکسی هورمون‌ها که به عنوان علف کش استفاده می‌شوند

ترتیب ۲۴۹۶، ۴۹۷ و ۳۰۸ تن ماده خالص بوده است. جالب آنکه هیچ اطلاعاتی در خصوص میزان استفاده کشورهای بزرگ مصرف‌کننده مانند، ایالات متحد آمریکا، کانادا، هند، چین، استرالیا و حتی کره جنوبی منتشر نشده است (شکل ۹).

لازم به ذکر است در بسیاری از موارد مشابه، اطلاعات مربوط به ایالات متحد آمریکا تقریباً مسکوت مانده و بندرت می‌توان از این کشور

آمار منتشر شده توسط فائو (۲) نشان می‌دهد که در اروپا طی سال ۲۰۱۳ بیشترین میزان مصرف هورمون‌های فنوکسی مربوط کشورهای اوکراین، فرانسه، لهستان، اسپانیا و آلمان به ترتیب با میزان مصرف ۲۹۱۳، ۱۹۷۵، ۱۸۳۴، ۱۳۳۴ و ۱۱۱۵ تن ماده خالص بوده است. همین آمار نشان می‌دهد که در منطقه آسیا-پاسفیک بیشترین کشورهای مصرف‌کننده این نوع ترکیبات مالزی، ژاپن، میانمار با میزان مصرف به



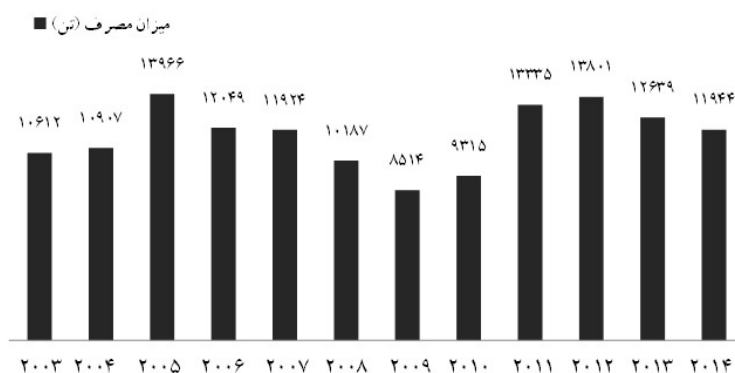
شکل ۹- میزان مصرف انواع فنوکسی هورمون در اروپا و آسیا- پاسفیک در سال ۲۰۱۳

بنظر می‌رسد دلایل ثبات کلی مصرف در اروپا، افزایش مصرف سایر کشورهایی اروپایی در مقابل کاهش مصرف برخی دیگر بوده است (شکل ۱۱).

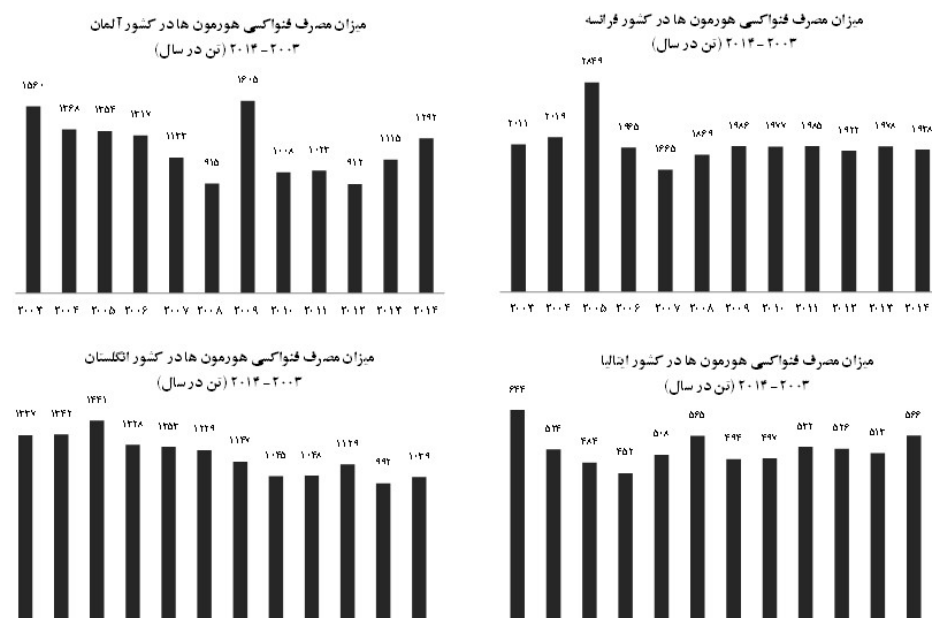
میزان مصرف فنوکسی هورمون‌ها در ایران

اطلاعات ۲۳ ساله (۱۹۹۰-۲۰۱۳) موجود در منابع فائو (۴) نشان می‌دهد که از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ میزان مصرف فنوکسی هورمون‌ها در ایران از ۳۸۴ تن به ۱۰۸۸ تن ماده مؤثر رسیده و سپس کاهش یافته است. در همین آمارنامه بین سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۱ هیچ اطلاعاتی از میزان مصرف این نوع ترکیبات موجود نیست. آخرین آمار منتشر شده نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۳ کشور ایران ۲۵۷ تن ماده خالص هورمون فنوکسی مصرف نموده است. به نظر می‌رسد این

اطلاعات اقتصادی بدست آورد. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در اروپا طی ده سال گذشته مصرف کلی فنوکسی هورمون‌ها تغییر زیادی نکرده و تقریباً در دامنه بین ۱۲ تا ۱۶ هزار تن در سال ثابت باقی مانده است (شکل ۱۰). بررسی دقیق‌تر اطلاعات موجود در مورد کشورهای بزرگ مصرف‌کننده اروپایی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ نشان می‌دهد که الگوی مصرف هورمون‌های فنوکسی در اروپا بیشتر تابع کشورهای بزرگی مانند آلمان، فرانسه، انگلستان و ایتالیا بوده است (شکل ۱۱). در مجموع بیشترین اطلاعات منتشر شده و نسبتاً شفاف مربوط به اتحادیه اروپا می‌باشد، هرچند در برخی از سال‌ها اطلاعات تعدادی از کشورهای اروپایی نیز در آمار فائو (۴) درج نشده است.



شکل ۱۰- میزان مصرف ماده خالص فنوکسی هورمون‌ها در اروپا سال ۲۰۰۳-۲۰۱۴



شکل ۱۱- میزان مصرف فنوکسی هورمون‌ها در کشورهای آلمان، انگلستان، فرانسه و ایتالیا

سال ۲۰۰۳-۲۰۱۴

شرکت‌های سازنده تنظیم‌کننده‌های رشد در

جهان و لایه‌بندی آنها

شرکت‌های لایه اول (Tier 1)

این شرکت‌ها وظیفه طراحی و ساخت

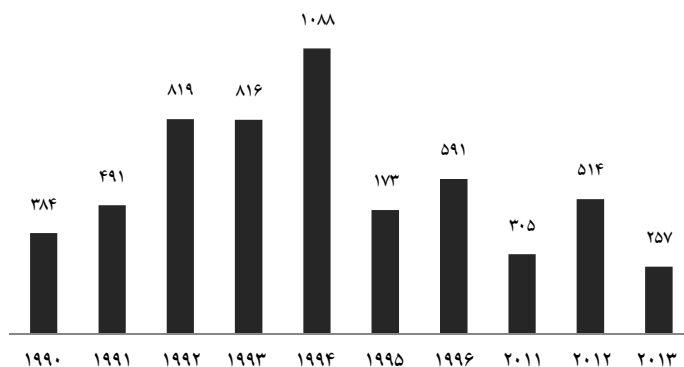
ترکیبات پس از ورود به ایران به صورت فوموله

و محصول آماده درآمده و برای مصارف

علف‌کشی در اختیار کشاورزان قرار گرفته‌اند

(شکل ۱۲).

میزان مصرف فنوکسی هورمون‌ها در ایران



شکل ۱۲- میزان مصرف فنوکسی هورمون‌ها در ایران سال ۱۹۹۰-۲۰۱۳

شرکت‌های لایه دوم (Tier 2)

این شرکت‌ها کار طراحی و ساخت تولید فرمولاسیون‌های جدید و بعضاً تنظیم‌کننده‌های رشد خاص را بر عهده دارند و توزیع مستقیم بین کشاورزان و تعاونی‌های کشاورزی در جهان را انجام می‌دهند. این شرکت‌ها نمایندگی‌های بسیار زیادی در دنیا دارند و بیشترین حجم معاملات و گردش مالی در این لایه انجام می‌شود. مهم‌ترین این شرکت‌ها عبارتند از:

- Nufarm Limited (Australia)
- Xinyi Industrial Co. Ltd (China)
- FMC Corporation (U.S.)
- Valent Bio Sciences Corporation (U.S.)
- Bayer Crop Science (Germany)
- Syngenta AG (Switzerland)
- BASF SE (Germany)
- Tata Chemicals Limited (India)

ترکیبات اصلی شیمیایی، از جمله تنظیم‌کننده‌های رشد، سرفکتانت‌ها، مواد محافظ، مواد پرکننده و بسیاری دیگر از ترکیبات شیمیایی صنعتی و تجاری را بر عهده دارند، ولی معمولاً تولید فرمولاسیون جدید و فروش آن به مصرف‌کنندگان (کشاورزان) را انجام نمی‌دهند. به عبارت دیگر این شرکت‌ها جزء صنایع بالادستی این صنعت محسوب می‌شوند. در این لایه تعداد شرکت‌های اصلی بسیار محدود بوده و در حال حاضر تنها دو شرکت نقش اصلی در تولید مواد تنظیم‌کننده رشد فرموله نشده را بر عهده دارند. حدود ۲۰ درصد از چرخش مالی جهانی تنظیم‌کننده‌های رشد مربوط به این لایه است. معروف‌ترین این شرکت‌ها عبارتند از:

- Nippon Soda Co. Ltd (Japan)
- The Dow Chemical Company (U.S.)

Ltd.

- Zhengzhou Zhengshi Chemical Co., Ltd.

- Jiangsu Anpon Electrochemical Co., Ltd.

- Jiangsu Sevencontinent Green Chemical Co., Ltd.

بنگاه‌های بزرگ اقتصادی اصلی این صنعت ترجیح می‌دهند که بیشتر به دنبال تولید محصولات جدید، سرمایه‌گذاری مشترک، تفاهم‌نامه، توسعه یا حتی ادغام با سایر شرکت‌ها باشند، تا سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص دهند. موتور توسعه این شرکت‌ها بخش تحقیق و توسعه آنها و مؤسسات تحقیقاتی مرتبط با آنها است که علاوه بر بوجود آوردن محصولات جدید، کاربردهای جدیدی نیز برای محصولات آنها می‌یابند (۲، ۳ و ۱۱).

واردات هورمون‌ها در کشور و مشکلات در

قوانین گمرک

در گمرک جمهوری اسلامی ایران یک سرفصل کلی با عنوان "حشره‌کش‌ها، ضد جوندگان، قارچ‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کندکننده‌ها یا بازدارنده‌های جوانه‌زدن و تنظیم‌کننده‌های رشد نباتات، گندزداها و محصولات همانند، عرضه شده به اشکال یا بسته‌بندی‌های خرده‌فروشی یا به صورت فرآورده یا به شکل اشیاء از قبیل نوار، فتیله و شمع گوگرد" تعریف شده است که هورمون‌ها

بیش از ۵۵ درصد گردش مالی جهانی صنعت تنظیم‌کننده‌های رشد در این لایه انجام می‌شود و برخی از این شرکت‌ها حجم فروش، گردش مالی، شعبه، و نیروی کاری بسیار بیشتری از لایه اول دارند. ارزش افزوده محصولات در این لایه نیز بسیار بالاتر از لایه اول می‌باشد.

شرکت‌های لایه سوم (Tier 3)

این شرکت‌ها، لیسانس فرمولاسیون‌های گروه دوم را خریده و پس از خرید مواد خام، به تولید ترکیب مورد نظر می‌پردازند، و عمدتاً بخش محصولات خود را تحت لیسانس شرکت مادری انجام می‌دهند. بخش عمده شرکت‌های تولیدکننده تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و حتی سموم دنیا در این گروه قرار دارند. کشورهای بازیگر اصلی لایه سوم عمدتاً چین و هند می‌باشند. تعدادی از شرکت‌های چینی سازنده عبارتند از:

- Sichuan Guoguang Agrochemical Co., Ltd.
- Jiangsu Sword Agrochemicals Co., Ltd.
- Anyang Quanfeng Agriculture Chemical Co., Ltd.
- Jiangsu Hormone Research Institute Co., Ltd.
- Yancheng Limin Chemical Co.,

کالای لوکس (مانند شلوار جین) محسوب می‌شود، که این امر پیامدهای ناگوار زیادی را به دنبال داشته است (۵).

میزان واردات تعرفه‌های ۳۸۰۸۹۳۱۰ و

۳۸۰۸۹۳۲۹

آمار استخراج شده از گمرک جمهوری اسلامی ایران نشان می‌دهد که واردات تعرفه ۳۸۰۸۹۳۱۰ در سال ۱۳۸۹ حدود ۲۰۴۷ تن محصول آماده به ارزش ۱۲/۲۴ میلیون دلار بوده است که در سال بعد افزایش یافته و به حدود ۳۹۵۶ تن به ارزش ۱۸/۶۶ میلیون دلار رسیده است، ولی پس از آن واردات بر اساس این تعرفه کاهش بسیاری داشته است به طوری که تا سال ۱۳۹۵ میزان آن به صفر رسیده است (شکل ۱۳). این کاهش عمدتاً به خاطر افزایش حقوق گمرکی بر "محصولات آماده" است. طی همین بازه زمانی تعدادی شرکت داخلی نیز اقدام به خرید خط تولید این محصولات (علف‌کش‌ها) و واردات "محصولات خام" نموده‌اند (۵).

بررسی وضعیت تعرفه ۳۸۰۸۹۳۲۹ نشان می‌دهد که میزان واردات این تعرفه نیز کاهش شدید داشته و از ۲۲۷۷ تن در سال ۱۳۸۹ به ۶۹۵/۵ تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (تقریباً ۷۰ درصد کاهش)، در حالی که ارزش تقریبی این تعرفه در سال ۱۳۸۹ معادل ۱۸/۲۸ میلیون دلار بوده است که در سال ۱۳۹۵

و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در زیر مجموعه آن قرار دارد. این سرفصل به چندین تعرفه تقسیم شده است که در حال حاضر تعدادی از این تعرفه‌ها منع مصرف دارند (مانند سم آلاکلر) ولی به هر حال تعرفه آنها قبلاً تعریف شده است و به همین خاطر هنوز در لیست گمرک مشاهده می‌شوند (جدول ۱). سرفصل مذکور نشان می‌دهد که سه تعرفه زیر می‌توانند حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد باشند (۵):

۱. علف‌کش‌ها (Herbicides)، فرآورده‌های ضد رویش (Antisprouting) و سازگارکننده‌های رشد گیاه (Plant-Growth Regulators)، با شماره تعرفه ۳۸۰۸۹۳۰۰

۲. علف‌کش‌ها فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه به صورت (محصول آماده)، با شماره تعرفه ۳۸۰۸۹۳۱۰

۳. سایر علف‌کش فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه تکنیکال (سم رقیق نشده) غیرمذکور، با شماره تعرفه ۳۸۰۸۹۳۲۹

همانطوری که در جدول (۱) نیز مشخص است تعرفه شماره ۳۸۰۸۹۳۰۰ که مخصوص تنظیم‌کننده‌های رشد است در اولویت ۱۰ واردات قرار گرفته است، در حالی که اولویت تعرفه‌های ۳۸۰۸۹۳۱۰ و ۳۸۰۸۹۳۲۹ به ترتیب ۴ و ۳ در نظر گرفته شده است. همین امر نشان می‌دهد که از نظر گمرک جمهوری اسلامی ایران تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی

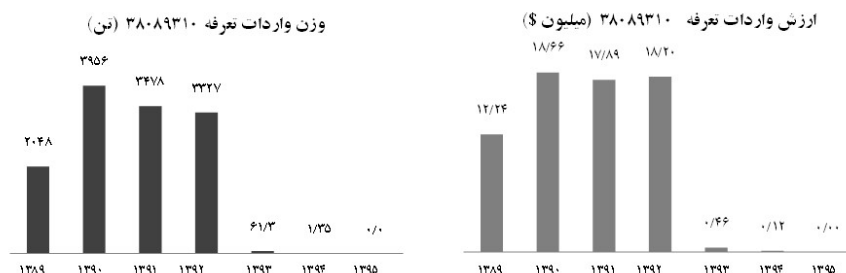
جدول ۱- شرح کالا، و شماره تعرفه سرفصل "حشره کش‌ها، ضد جوندگان، قارچ کش‌ها، علف کش‌ها، کندکننده‌ها یا بازدارنده‌های جوانه زدن و تنظیم‌کننده‌های رشد نباتات، گندزداها و محصولات همانند، عرضه شده به اشکال یا بسته‌بندی‌های خرده‌فروشی یا به صورت فرآورده یا به شکل اشیاء از قبیل نوار، فتیله و شمع گوگرد" (۵)

کد تعرفه	کالا	اولویت گمرکی
۳۸۰۸۹۲۲۹	سایر قارچ‌کش‌ها تکنیکال (سم رقیق نشده) غیرمذکور	۳
۳۸۰۸۹۳۰۰	علف‌کش‌ها (Herbicides)، فرآورده‌های ضد رویش (Antisprouting) و سازگارکننده‌های رشد گیاه (Plant-Growth Regulators)	۱۰
۳۸۰۸۹۳۱۰	علف‌کش‌ها فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه به صورت (محصول آماده)	۴
۳۸۰۸۹۳۲۱	آلاکلر	۳
۳۸۰۸۹۳۲۲	بوتاکلر	۳
۳۸۰۸۹۳۲۳	کلرید ازون	۴
۳۸۰۸۹۳۲۴	گلیفوزیت	۴
۳۸۰۸۹۳۲۹	سایر علف‌کش فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه تکنیکال (سم رقیق نشده) غیرمذکور	۳
۳۸۰۸۹۴۰۰	ضدعفونی‌کننده‌ها (Disinfectants)	۱۰
۳۸۰۸۹۴۱۱	پویدون آیداین دارای درجه دارویی	۲
۳۸۰۸۹۴۱۹	سایر ضدعفونی‌کننده‌ها دارای درجه دارویی به صورت محصول آماده	۴
۳۸۰۸۹۴۲۱	پویدون آیداین دارای درجه دارویی	۲
۳۸۰۸۹۴۲۹	سایر تکنیکال‌ها (سم رقیق نشده) دارای درجه دارویی	۳
۳۸۰۸۹۹۱۱	وویدون آیداین دارای درجه دارویی به صورت آماده	۴
۳۸۰۸۹۹۱۹	ضد جوندگان و محصولات همانند آماده بصورت خرده‌فروشی یا به صورت فرآورده یا به شکل اشیاء غیرمذکور	۱۰
۳۸۰۸۹۹۲۱	متم سدیم به صورت تکنیکال (سم رقیق نشده)	۴
۳۸۰۸۹۹۲۹	ضد جوندگان و محصولات همانند بصورت تکنیکال عرضه شده به صورت خرده‌فروشی یا به شکل اشیاء یا فرآورده‌های غیرمذکور	۳

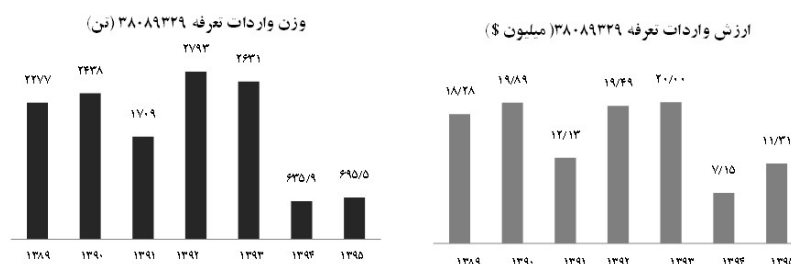
رشد گیاه (Plant-Growth Regulators) " ثبت نشده است (۵). تاکنون هیچ صادراتی نیز تحت تعرفه‌های ۳۸۰۸۹۶۱۰ و ۳۸۰۸۹۶۲۹ انجام نشده است.

پیامدهای ناشی از شرح کالاها به شکل فعلی برای تعرفه ۳۸۰۸۹۳۰۰، نسبت به تعرفه‌های ۳۸۰۸۹۳۱۰ و ۳۸۰۸۹۳۲۹ -۱ عدم شفافیت شرح کالا و

به حدود ۱۱/۳۱ میلیون دلار رسیده است (۳۸/۲ درصد کاهش). این آمار نشان می‌دهد که احتمالاً کیفیت محصولات خام وارداتی در سال ۱۳۹۵ بهتر از سال ۱۳۸۹ بوده است (شکل ۱۴). همین آمار نشان می‌دهد که هیچ‌گونه وارداتی تحت تعرفه ۳۸۰۸۹۳۰۰ با عنوان " علف‌کش‌ها (Herbicides)، فرآورده‌های ضد رویش (Antisprouting) و سازگارکننده‌های



شکل ۱۳- میزان (تن) و ارزش (دلار) واردات تعرفه ۳۸۰۸۹۳۱۰ به کشور تحت نام علف‌کش‌ها و فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه به صورت (محصولات آماده)



شکل ۱۴- میزان (تن) و ارزش (دلار) واردات تعرفه ۳۸۰۸۹۳۲۹ به کشور تحت نام سایر علف‌کش‌ها و فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه تکنیکال (سم رقیق نشده) غیر مذکور

شرح داده خواهند شد.

اختلاط سم با تنظیم‌کننده رشد

۲- وجود تعرفه‌های موازی و بوجود آمدن

امکان رانت خواری و سود زیاد در

حق‌العمل کاری

۳- عدم تفکیک هورمون و تنظیم‌کننده

رشد در گمرک

۴- عدم تخصیص ارز مبادله‌ای، به خاطر

قرار گرفتن گروه ۱۰ اولویت واردات (مانند

کالاهای لوکس)

۵- افزایش هزینه‌های گمرکی و ترخیص

کالا نسبت به سموم، بخاطر قرار گرفتن گروه

۱۰ اولویت

در ادامه هر یک از موارد بالا بطور مفصل

عدم شفافیت شرح کالا

طی هشت سالی که این تعرفه‌ها اعلام شده‌اند، واردات حتی یک گرم کالا با تعرفه ۳۸۰۸۹۳۰۰ در گمرک ثبت نشده است، هرچند بررسی بازار، دلالت بر وجود این نوع تنظیم‌کننده‌های رشد در بازار دارد. همچنین آمار منشر شده فائو و بانک جهانی نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ تن از این ترکیبات در سال ۲۰۱۳ به کشور وارد شده است (شکل ۶) اما هیچ ردی از آن در گمرک ایران دیده نمی‌شود. علاوه بر آن هیچ‌گونه اطلاعاتی دال بر وجود کارخانه یا

گردیده است. این عدم شفافیت نه تنها سبب شده که توان برنامه‌ریزی از مدیران و تصمیم‌گیرندگان سلب شود، حتی بخش خصوصی نیز قادر نیست برنامه‌ریزی دقیقی برای سرمایه‌گذاری و تجارت این محصول بنماید (۱۳).

عدم اولویت واردات (گروه ۱۰) و عدم

تخصیص ارز مبادله‌ای

بر اساس مصوبات موجود، پنج گروه اولویت واردات می‌توانند از ارز مرجع برای واردات استفاده نمایند، در حالی که پنج گروه دوم تنها در صورتی می‌توانند مجوز واردات بگیرند که، ۱- اعتبار خرید آنها از ارز با منشأ خارجی تأمین شده باشد و ۲- ارز حاصل شده از طریق صادرات محصولات بدست آمده باشد (۱). لازم به ذکر است که تا چندی پیش اولویت دهم حتی مجوز واردات نداشت، و حتی پس از آزاد شدن واردات این اولویت نیز واردکنندگان تنظیم‌کننده‌های رشد قادر به استفاده از ارز مرجع نیستند (۱).

هزینه گمرکی و ترخیص کالا بیشتر نسبت به

سموم

در گمرک جمهوری اسلامی ایران حقوق ورودی تعرفه ۳۸۰۸۹۳۲۹ (اولویت ۳) که مخصوص کالای تکنیکال (سم رقیق نشده است) چهار درصد و تعرفه ۳۸۰۸۹۶۱۰ که مخصوص کالای آماده است ۱۵ درصد

حتی خط تولید تنظیم‌کننده‌های رشد در کشور وجود ندارد و به همین خاطر مشخص نیست که آیا ترکیبات در بازار منشأ داخلی دارند یا خارجی (۵).

وجود تعرفه‌های با تعاریف مشابه و تقریباً موازی

اگر به شرح نام و تعریف تعرفه‌های

۳۸۰۸۹۳۲۹ و ۳۸۰۸۹۳۱۰ توجه شود (جدول ۱) نام "فرآورده‌های ضد رویش و سازگارکننده‌های رشد گیاه" در آن دیده می‌شود که به صورت آماده یا تکنیکال ذکر شده است. این امر باعث شده است که شرکت‌های مختلف، حق‌العمل‌کاران و ترخیص‌کاران، از این دو تعرفه برای ثبت سفارش تنظیم‌کننده‌های رشد استفاده نموده و اقدام به واردات این ترکیبات نمایند (۵).

عدم گروه‌بندی هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های

رشد

عدم وجود شرح کالا به شکل دقیق، باعث شده است که تنظیم‌کننده‌های رشد با تعرفه‌هایی که در واقع برای سموم تعریف شده‌اند، وارد کشور شوند. به همین خاطر مشخص نیست که کدام تنظیم‌کننده رشد (مثلاً اکسین، جیبرلین، سایتوکاینین و...) و به چه مقدار، همراه سموم دفع آفات به وارد کشور شده و می‌شود. بنابراین نه تنها تعیین نیاز بازار کشور به تنظیم‌کننده‌های رشد مقدور نیست، حتی تعیین گرایش مصرف‌کنندگان به نوع تنظیم‌کننده رشد نیز غیر ممکن

بیشتر بر اساس ساختمان ملکولی شناسایی می‌شوند تا فعالیت بیولوژیکی. از آنجایی که مولکول جیبرلین بسیار فعال است بر خلاف اکسین‌ها در مراحل مختلف رشد گیاه، زیست‌ساخت آن شدیداً کنترل می‌شود. در میان خانواده جیبرلین‌ها، جیبرلیک اسید (GA_3) ترکیب غالب است.

سیتوکنین‌ها

سیتوکنین به ماده‌ای گفته می‌شود که از نظر بیولوژیکی رفتارهای شبیه *trans-zeatin* داشته باشند.

این رفتارها عبارتند از:

- ۱- تشدید تقسیم سلولی در سلول‌های کالوز در حضور اکسین
- ۲- تقویت شکل‌گیری جوانه یا ریشه در حضور نسبت‌های مولی مشخص با اکسین
- ۳- تغییر در پیری برگ‌ها
- ۴- تقویت توسعه و گسترش لپه در دولپه‌ای‌ها

برای اینکه ترکیبی به عنوان یک سیتوکنین شناخته شود، باید هر چهار تأثیر را به طور همزمان داشته باشد و تنها یک یا چند تأثیر مشابه، ماده شیمیایی را در این گروه قرار نمی‌دهد. بنابراین معمولاً سیتوکنین‌ها بر خلاف جیبرلین‌ها از نظر ساختار مولکولی شکل یکسانی ندارند و بر اساس رفتار در این گروه قرار می‌گیرند و نه شکل مولکولی شان (۱۴). به عبارت دیگر هر چه که در این گروه قرار گیرد

(اولویت ۴) اعلام شده است، در حالی که در این سایت، حقوق گمرکی تعرفه تنظیم‌کننده‌های رشد به شماره ۳۸۰۸۹۳۰۰ حتی اعلام نشده است. یادآوری می‌شود که علاوه بر کلیه هزینه‌های گمرکی، در گمرک نه درصد ارزش افزوده (در سال ۹۴) نیز اخذ می‌شود. اگر به مجموع هزینه‌های مذکور، سود بازرگانی را نیز اضافه نمایم، قیمت تمام شده قیمت تنظیم‌کننده‌های رشد در بازار بسیار زیاد خواهد شد به طوری که عملاً مصرف این ترکیبات را به شدت محدود شده است (۱).

مشخصات فنی و استاندارد هورمون‌های گیاهی

موجود در جهان و ایران

شرح مختصری از هورمون‌های طبیعی و اصلی

گیاه

اکسین

اکسین‌ها اولین گروه هورمون‌های گیاهی هستند که کشف شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شناخته شده‌ترین اکسین طبیعی اسید ایندول-۳-استیک (IAA) است، ولی ایندول بوتریک اسید (IBA) و کلروایندول استیک اسید (4-Cl-IAA) نیز جزء اکسین‌های طبیعی هستند.

جیبرلین‌ها

جیبرلین‌ها گروه بزرگی از ترکیبات ۱۹ و ۲۰ کربنی با ساختار ملکولی مشابه هستند. تاکنون ۱۳۶ نوع آن شناسایی شده و بر خلاف اکسین‌ها

هورمون‌های گیاهی که در نقاط خاصی تولید می‌شود، این هورمون به صورت موضعی در هر نقطه‌ای از گیاه ممکن است تولید شده و در درون بافت‌ها بصورت انتشار گاز یابد. این ماده تحت تنش‌های فیزیکی در قسمت‌های زیادی از گیاه ساخته می‌شود (۱۷).

براسینواستروئیدها

براسینواستروئیدها گروهی از پلی‌هیدروکسی استروئیدها هستند که بعد از شناسایی در دانه گرده آراییدوپسیس به عنوان گروه ششم هورمون‌ها معروف شدند. تا کنون بیشتر از ۷۰ نوع براسینواستروئید شناسایی شده است که بسیاری از آنها مولکول‌های حدواسط بوده و تأثیری بر واکنش گیاه ندارند. این هورمون وظایف متعدد در گیاه مانند توسعه فیبر پنبه، تکثیر گیاهان چوبی، بهبود رشد ریزنمونه‌ها در کشت بافت، تحریک رشد طولی همراه با اکسین، تحریک گلدهی و زمین‌گرایی ریشه، تحریک تقسیم سلولی، تمایز سلول‌های آوندی داشته و برای رشد گرده و تولید لوله گرده ضرورت دارند (۸).

اسید جاسمونیک

اسید جاسمونیک عضوی از رده جاسمونات‌ها و هورمون‌های گیاهی است. این اسید به روش زیستی از اسید لینولئیک توسط octadecanoid ابتدا در کلروپلاست و سپس در ادامه در پراکسی‌زوم‌ها ساخته می‌شود (۱۱).

حتماً در گیاه فعال است در حالی که جیبرلین‌ها اصلاً اینگونه نیستند و انواع غیر فعال یا حدواسط در آنها بسیار زیاد است (۱۶).

اسید آبسزیک

اسید آبسزیک از سایر بازدارنده‌های طبیعی گیاهان حدود یکصد مرتبه قویتر است و فرآیندهایی مانند رکود بذرها، رکود جوانه‌ها و نیز ریزش اندام‌ها را کنترل می‌کند. این اعمال مشخصاً با همراهی سایر هورمون‌ها انجام می‌پذیرد. بدین معنا که عوامل محیطی مانند کمبود مواد معدنی، خشکی خاک، روزهای کوتاه و سردی هوا که باعث ایجاد رکود می‌شوند، باعث افزایش اسید آبسزیک و کم شدن سطح جیبرلین‌ها نیز می‌شوند و عواملی مانند روزهای بلند و سرمای زمستانه که رکود را از بین می‌برند عکس این عمل را انجام می‌دهند (۱۲، ۱۳، ۱۸ و ۱۹).

اتیلن

این هورمون، هورمون پیری نیز نام گرفته است. گاز اتیلن در بافت‌های گیاهی مانع از رشد ریشه و ساقه شده، پیری و ریزش برگ‌ها را تسریع می‌کند و نمو جوانه‌های جانبی را به تأخیر می‌اندازد. اتیلن در دمای معمول به صورت گاز است. این ترکیب همچنین ممکن است از گیاه خارج شده و رشد و فعل و انفعال‌های فیزیولوژیکی گیاهان را مجاور تحت تأثیر خود قرار دهد و برخلاف سایر

یا اینکه تقاضای بازار برای آنها به حدی پایین است که تولید تجاری آنها فعلاً مقرون به صرفه نیست. بیشترین کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد مربوط به گروه‌هایی از ترکیبات طبیعی، مصنوعی، بازدارنده، یا تأخیردهنده رشدی است که ده‌ها سال از کشف آنها گذشته یا میزان تقاضا برای تولید آنها چنان افزایش یافته که آنها را در اولویت تولید تجاری قرار داده است (۱۲ و ۱۴).

پرمصرف‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد در جهان
اطلاعات موجود نشان می‌دهد پرمصرف‌ترین تنظیم‌کننده رشد در درجه اول جیبرلین و ممانعت‌کننده یا تأخیردهنده‌های تولید آن، و در رتبه بعدی تولیدکننده، ممانعت‌کننده و یا تأخیردهنده تولید اتیلن در گیاه هستند که بیشترین بازار مصرف را دارند. اکسین‌ها و سایر تنظیم‌کننده‌های رشد در مراتب بعدی مصرف قرار دارند. برخی از هورمون‌ها مانند آبسزیک اسید هنوز کاربرد تجاری چندانی نیافته است. در حال حاضر برای تعدادی از این ترکیبات استاندارد تعریف شده وجود دارد که خود گواهی برای پرمصرف بودن آنها است (۳).

استانداردهای جهان و ایران در خصوص تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
استاندارد در لغت به معنی نظم و قاعده، قانون و مفاهیمی از این قبیل است. اما معنی آن

این هورمون در افزایش مواد مؤثر در گیاهان دارویی، کمک به توسعه ریشه، افزایش میزان ذخیره پروتئین‌ها در بذر، تولید غده در سیب‌زمینی، یام و پیازها، بیوسنتز کارتنوئیدها، افزایش مقاومت در برابر حشرات پس از ایجاد زخم در گیاه و کنترل جوانه‌زنی دانه‌ها و پاسخ به تنش‌های محیطی نقش مؤثری دارد (۱۶).

اسید سالیسیلیک

اسید سالیسیلیک (SA) یک هورمون ویژه با ساختار فنلی است و در گیاهان یافت می‌شود. این هورمون در فعال کردن ژن‌های دفاعی گیاه، رشد و نمو، فتوسنتز، تعرق، جذب یون و انتقال مواد در گیاه نقش اساسی دارد و در پاسخ گیاه به عوامل بیماری‌زا (پاتوژن‌ها) از طریق تحریک تولید پروتئین‌های خاص برای مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند (۱۴).

سایر تنظیم‌کننده‌های رشد

گروه‌های دیگری از ترکیبات شیمیایی مانند آنتی‌اکسین‌ها، برگ‌ریزها، بازدارنده‌های اتیلن، آزادکننده‌های اتیلن، گامت‌کش‌ها، بازدارنده‌های رشد، کندکننده‌های رشد، تسریع‌کننده‌های رشد نیز در طبقه‌بندی تنظیم‌کننده‌های رشد قرار می‌گیرند. در حال حاضر تعداد بسیاری از این ترکیبات در هر گروه به صورت تجاری مصرف می‌شوند. با این حال ترکیباتی هم هستند که اخیراً کشف یا ساخته شده‌اند و هنوز کاربرد تجاری نیافته‌اند، و

یا دارای استاندارد نیستند و یا اساساً نیازی به استاندارد ندارند:

۱- سازگاری بسیار زیاد با محیط زیست دارند (بطور طبیعی در طبیعت یافت می‌شوند)
۲- مصرف بسیار کم است (تنها چند گرم در هکتار)

۳- سرعت تجزیه بسیار بالا در اندام‌های گیاه دارند

۴- سرعت تجزیه بسیار بالا در خاک و آب دارند

۵- اختصاصی بودن واکنش برای گیاهان و عدم واکنش سایر موجودات به آنها

۶- نبود یا عدم مشابهت چرخه تولید آنها با سایر جانداران غیر فتوسنتز کننده

گروه بسیار کوچک و محدود هورمون‌های فنوکسی پیرو قوانین آفت کش‌ها هستند و فائو (۳) آنها را در کدکس عمومی سموم به شرح زیر قرار داده است:

1. CAC/GL 33-1999;
RECOMMENDED METHODS OF SAMPLING FOR THE DETERMINATION OF PESTICIDE RESIDUES FOR COMPLIANCE WITH MRLS

2. CAC/GL 40-1993;
GUIDELINES ON GOOD LABORATORY PRACTICE IN PESTICIDE RESIDUE ANALYSIS

3. CAC/GL 41-1993; PORTION

در مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که مسئولیت قانونی تهیه و تدوین استانداردهای ملی را بر عهده دارد، عبارت است از "تعیین و تدوین ویژگی‌های لازم در تولید یک فرآورده یا انجام یک خدمت".

به عبارت دیگر استاندارد تنها بر اساس ضرورت، و فقط برای یک مورد ویژه نوشته می‌شود و تا زمانی که لازم نباشد چیزی در مورد آن در دنیا و مؤسسه استاندارد ایران نوشته و تدوین نخواهد شد. بنابراین تاکنون بخاطر عدم اعلام نیاز نهادهای ذی‌ربط، هیچگونه استاندارد برای تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کشور تعریف و تدوین نشده است، ولی در صورت لزوم، عمدتاً بر اساس همان استانداردهای تعریف شده بین‌المللی که در مراکزمانند فائو، سازمان غذا و دارویی آمریکا و یا اتحادیه اروپا موجود است تهیه خواهند شد.

اطلاعات موجود نشان می‌دهد که از بین صدها ترکیب تنظیم‌کننده رشد موجود در دنیا، تنها شش نوع مصنوعی آن دارای استاندارد تعریف شده می‌باشند که در آمار فائو به آنها اشاره شده است. تمامی این ترکیبات عبارتند از: Chlorpropham، Chromequat، Dimethipin، Maleic Hydrazide، Trinexapac-ethyl و Ethephon. این مواد استفاده تجاری زیادی داشته و در سطح بسیار وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تمامی هومون‌های طبیعی به خاطر موارد زیر

- ۴- اشکال در قوانین و مقررات گمرکی.
- ۵- عدم تعیین مصادیق دقیق استفاده از تنظیم کننده‌های رشد و هورمون‌ها و اهمیت آنها برای کشاورزان.
- ۶- تنوع بسیار زیاد هورمون‌ها و بازدارنده‌ها به همراه کم بودن مصرف آنها که باعث شده ایجاد خطوط تولید این تنظیم کننده‌های رشد در کشور مقرون به صرفه نباشد.
- ۷- فرمولاسیون تجاری این ترکیبات مرتب در حال تغییر و بهبود است و خرید هر فرمولاسیون نیاز به پرداخت هزینه برای پتنت و بعضاً ماشین‌آلات و مواد جدید دارد.
- ۸- آمار دقیقی از میزان مصرف آن در کشور وجود ندارد.
- ۹- بازیگرهای بزرگی در دنیا وجود دارد که هزینه تولید کم و حجم فروش بسیاری زیاد دارند و همواره امکان دامپینگ از طرف آنها وجود دارد.

توصیه ترویجی

- با توجه به تأثیرات بسیار زیادی که هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد بر روی عملکرد و کیفیت و ثبات تولید محصول دارند می‌بایست به آنها توجه بیشتری کرد. این توصیه‌ها عمدتاً برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کلی ارایه شده است.
- ۱- نگرش سیستم به آنها به عنوان یک کالای لوکس و غیر استراتژیک تغییر کند.

OF COMMODITIES TO WHICH CODEX MAXIMUM RESIDUE LIMITS APPLY AND WHICH IS ANALYZED

4. CAC/GL 84-2012; PRINCIPLES AND GUIDANCE ON THE SELECTION OF REPRESENTATIVE COMMODITIES FOR THE EXTRAPOLATION OF MAXIMUM RESIDUE LIMITS FOR PESTICIDES TO COMMODITY GROUPS

موانع و کاستی‌های خرید، تولید و توزیع

تنظیم کننده‌های رشد در ایران

- ۱- عدم تعریف هورمون و تنظیم کننده رشد در "آیین‌نامه اجرایی ورود، ساخت، فرمولاسیون و مصرف کودهای شیمیایی، زیستی، آلی و سموم دفع آفات نباتی" مورخه ۱۳۸۹/۱۲/۷ کشور.
- ۲- مشخص نبودن متولی خاص برای هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد در کشور بطور عام
- ۳- تنوع هورمون‌ها (گیاهی و جانوری) و چند منظوره بودن استفاده از آنها، به طوری که مثلاً از یک هورمون هم می‌توان در زراعت استفاده کرد و هم باغبانی نمود. این امر نشان می‌دهد متولی هورمون‌ها می‌بایست عملکردی عام و چند منظوره داشته باشد.

- ۲- قوانین گمرکی تصحیح شود.
- ۳- تعرفه‌های مشخص برای هر گروه از تنظیم‌کننده رشد تعریف شود تا نوع و میزان واردات هر هورمون و تنظیم‌کننده رشد گیاهی مشخص شود.
- ۴- با توجه به اهمیت آن در کشاورزی، اولویت آنها از ۱۰ به اولویت ۳ یا ۴ ارتقاء یابد که باعث کاهش هزینه گمرکی و تخصیص ارز مرجع می‌گردد.
- ۵- توصیه می‌شود تحقیقات بیشتری در خصوص مصادیق کاربردی هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تجاری در کشور انجام شود.
- ۶- قبل از مجوز ورود هر برند و محصول هورمون یا تنظیم‌کننده رشد گیاهی، کنترل کیفیت و راستی‌آزمایی کیفیت و عملکرد، توسط نهاد تخصصی انجام و تنها پس از تایید نهایی مجوز واردات داده شود.

منابع

- ۱- اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران (۱۳۹۶) <http://www.tccim.ir>
- ۲- بانک جهانی (۲۰۱۶). <http://data.worldbank.org>
- ۳- فائوستت (۲۰۱۶). faostat.fao.org
- ۴- فائو (۲۰۱۶). <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticides/en>
- ۵- گمرک جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶). <http://www.irica.gov.ir/Portal/Home>
6. Calvo P, Nelson L, Kloepper JW (2014) Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 383: 3-41
7. Erin N, Afacan B, Ersoy Y, Ercan F, Balcı MK (2008) Gibberellic acid, a plant growth regulator, increases mast cell recruitment and alters substance P levels. *Toxicol*. 5, 254 (1): 75-81
8. Grennan AK (2006) Gibberellin metabolism enzymes in rice. *Plant Physiol*. 141 (2): 524-6
9. Clouse SD (2016) Brassinosteroid/abscisic acid antagonism in balancing growth and stress. *Develop. Cell* 25, 38 (2): 118-120
10. Helgi Ö, Rolfe SA, Willis AJ, Street HE (2005) The physiology of flowering plants (4th ed.). Cambridge University Press. p. 191
11. Smékalová V, Doskočilová A, Komis G, Šamaj J (2014) Crosstalk between secondary messengers, hormones and MAPK modules during abiotic stress signalling in plants. *Biotech. Adv*. 28, 32 (1): 2-11
12. Ren H, Gao Z, Chen L (2007) Dynamic analysis of ABA accumulation in relation to the rate of ABA catabolism in maize tissues under water deficit. *J. Exp. Bot*. 58 (2): 211-219
13. Sakhthivel P, Sharma N, Klahn P, Gereke M, Bruder D (2016) Abscisic acid: a phytohormone and mammalian cytokine as novel pharmacological with potential for future development into clinical applications. *Cur. Medic. Chem*. 1, 23 (15): 1549-70
14. Benková E (2016) Plant hormones in interactions with the environment. *Plant Mol. Biol*. 1, 91 (6): 597

15. **Ljung K (2013)** Auxin metabolism and homeostasis during plant development. *Development*. Mar 1, 140 (5): 943-50
16. **Taiz L and Zeiger E (2014)** *Plant Physiology*, Sixth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA. 782 p
17. **Wei LX, Lv BS, Li XW, Wang MM, Ma HY, Yang HY, Yang RF, Piao ZZ, Wang ZH, Lou JH, Jiang CJ (2017)** Priming of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings with abscisic acid enhances seedling survival, plant growth, and grain yield in saline-alkaline paddy fields. *Field Crops Res.* 1, 203: 86-93
18. **Shalom L, Samuels S, Zur N, Shlizerman L, Doron-Faigenboim A, Blumwald E, Sadka A (2014)** Fruit load induces changes in global gene expression and in abscisic acid (ABA) and indole acetic acid (IAA) homeostasis in citrus buds. *J. Exp. Bot.* 4: 148-157
19. **Kasim WA, Osman ME, Omar MN, El-Daim IA, Bejai S, Meijer J (2013)** Control of drought stress in wheat using plant-growth-promoting bacteria. *J. Plant Growth Reg.* 1, 32 (1): 122-30