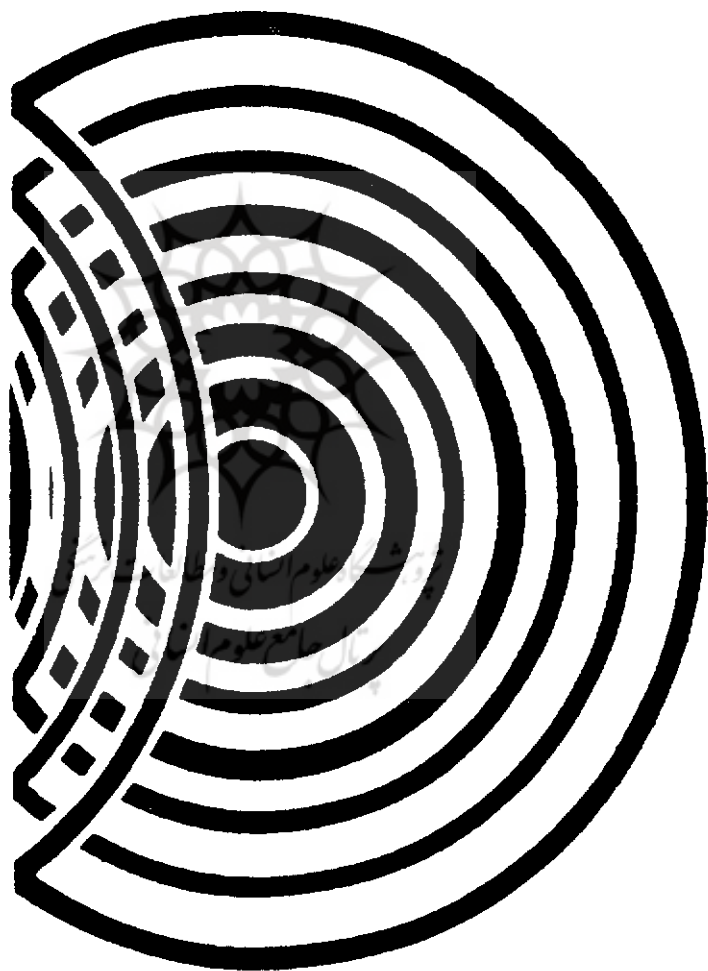


قلهر و وهای نو





ثرويشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگي
پرتال جامع علوم انسانی

حلقه‌های گمشده در زنجیر تولید زراعی تا فراوری صنعتی گیاهان دارویی*

دکتر سید محمد فخر طباطبایی**

چکیده

میان تولید زراعی گیاهان دارویی تا فراوری‌های گوناگون صنعتی آنها می‌توان چند خط زنجیر علمی-اقتصادی در نظر گرفت که به رغم موجود بودن حلقه‌های اطلاعاتی به نسبت قوی (ولی پراکنده) در مسیر این زنجیرها، راهبرد عملی پیوستن این حلقه‌های اطلاعاتی در ایران به خوبی مشخص نیست!... و این در حالی است که دستیابی به چنین راهبردی، همچون برپا داشتن ستونی بلند و افراخته در بنای توسعه پایدار ملی خواهد بود. نوشتار حاضر، به طور فشرده، به طرح و تحلیل مسائل به نسبت دقیق در این زمینه می‌پردازد که هر یک می‌تواند توجه و تأمل

* این مقاله، در اصل موضوع سخنرانی نگارنده در نخستین سمینار گیاهان دارویی و صنعت - برگزار شده در اواخر اردیبهشت ۱۳۷۶ در شیراز - بوده و یادداشتهای مربوط به آن سخنرانی، پس از اصلاح و تنظیم، به صورت مقاله حاضر درآمده است.
** بخش اکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

دست‌اندرکاران برنامه‌ریزی‌های علمی - اقتصادی کشور را به طور جدی به خود معطوف سازد.

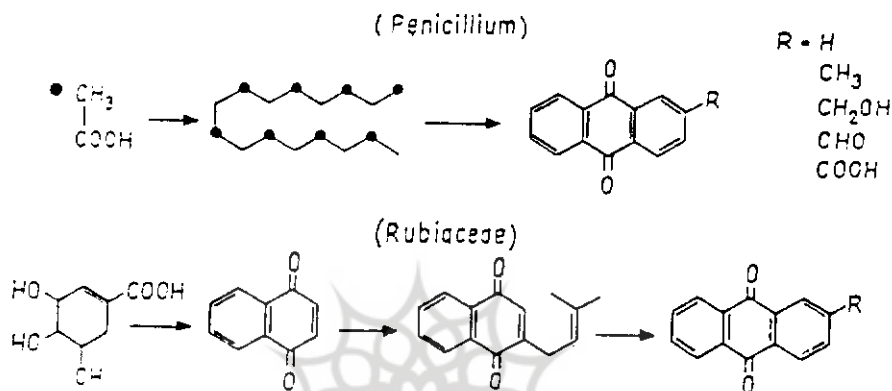
مقدمه و طرح مسئله

میان تولید زراعی گیاهان دارویی تا فراوریه‌های گوناگون صنعتی آنها، می‌توان چند خط زنجیر «علمی - اقتصادی» در نظر گرفت. از همین رو می‌توان گفت یک زنجیر مهم و الگویی، زنجیری است که از پیوستن حلقه‌های اطلاعاتی مربوط به «تکامل همگام» زراعت گیاهان دارویی و صنایع فراوری مناسب آن (Crop-Industrial Coevolution) تشکیل می‌شود.

برای نمونه مجموعه فعالیتهای مربوط به کشت گیاهان زراعی تولیدکننده فیبر همچون پنبه و مواد غذایی سنتی مثل گندم و صنایع وابسته به آنها، در هر مورد به طور عموم «یک زنجیری» تلقی می‌شود. یعنی زنجیر فعالیتهایی که به طور مثال از کشت دانه گندم آغاز می‌شود و از «سیلو» و کارخانه آرد و سیستمهای مشخص دیگر می‌گذرد و سرانجام نان را به دست ما می‌رساند، از مجموعه حلقه‌هایی به نسبت مشخص تشکیل شده است. ولی کشت یک گیاه دارویی رسمی (در بر گیرنده تعریف علمی روز) ممکن است از چند گیاه مختلف به دست آید (شکل شماره ۱) که به طبع پی‌آیندهای صنعتی (Industrial seres) کاملاً دگرگونه‌ای را هم طلب می‌کند (از همین رو، بعضی در مورد محصول قند که از دو گیاه مختلف به دست می‌آید، از این نظر که محصولی شیمیایی و دارویی است یا زراعی، تردید می‌کنند). حقیقت این است که در زنجیرهای تولید زراعی تا فراوری صنعتی گیاهان دارویی در ایران، حلقه‌های اطلاعاتی اولیه (در برگیرنده مسائل بیولوژی و اگر نومی) تا اندازه‌ای مشخص و منظم است. ولی به تدریج که به پایان این زنجیرها بریژه به حدود فراوری تبدیلی می‌رسیم، حلقه‌های اطلاعاتی به طور عمده ضعیف، نامربوط و حتی گسسته می‌شود. این نقص، در روند تکامل همگام زراعت و صنعت چند برابر می‌شود. به طوری که، در مواردی، برای فراوری محصولات شیمیایی کشته‌های جدید یک گیاه دارویی در ایران، ضرورت کاربری ابزارهای صنعتی تکامل یافته‌تری پیش می‌آید که به طبع، بدون این تکامل همگام، فراوری ناتوان می‌ماند... نمونه‌های در خور توجهی در منابع و اسناد پایان مقاله می‌توان نشان

حلقه‌های گمشده در ...

داد (۲، ۶، ۱۲، ...). که یک نمونه کنونی آن، نبودن ماشین دروگر تکامل یافته مناسب، برای برداشت کشته‌های جدید گیاه بابونه در ایران است.



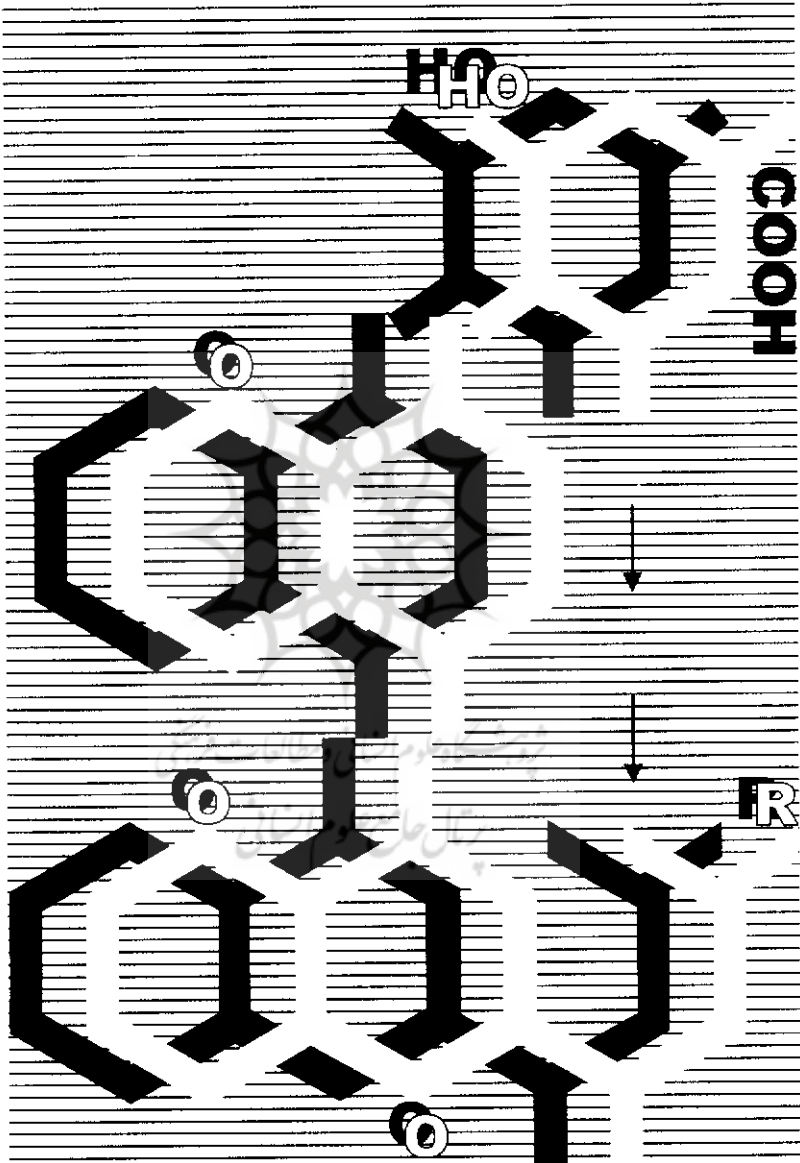
شکل شماره ۱. سنتز «آنتراکینون» یک ماده دارویی در دو گروه مختلف (۳ و ۳۱)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

مركز جامع علوم انسانی

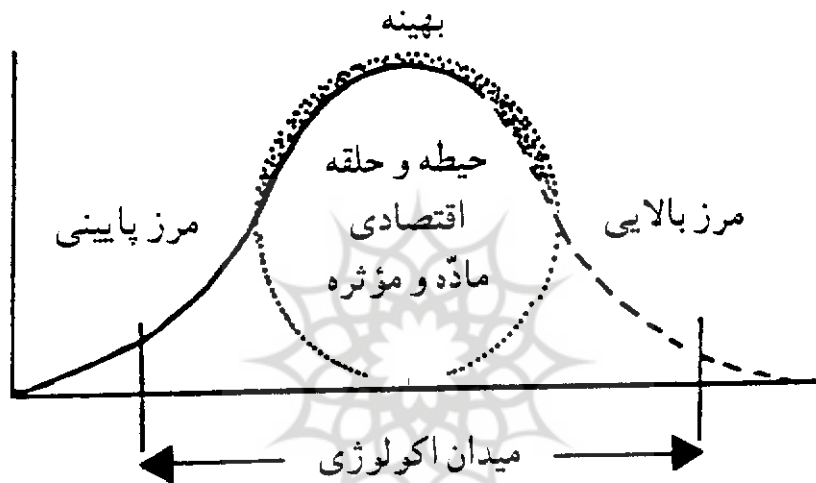
حلقه‌های میدان بوم‌شناسی

اگر حداکثر ممکن تولید و فراوری هر ماده مؤثر دارویی معینی را به صورت یک «مظروف» در نظر بگیریم، می‌توانیم یک چنین «مظروف» را در «ظرف» استعدادهای زراعتی و امکانات صنعتی خاصی (Pharmaceutical Niche) به دست آوریم. ولی چگونگی و اندازه رابطه این ظرف و مظروف در بیشتر موارد چون «حلقه‌های گمشده» بر ما پوشیده است. هر ماده مؤثر دارویی معین، در حیطه ظرف و مظروف یاد شده، باید چنان تشکیل و آماده شود که، افزون بر تأمین صرفه اقتصادی، با مزاج بیماران (در رابطه با هر بیماری خاص) انطباق بیوشیمیایی و متابولیکی بهینه پیدا کند. در این صورت باید سعی شود، با کشف حلقه‌های گمشده‌ای که پیشتر



حلقه‌های گمشده در ...

نیز از آن یاد شد، هم در جریان آمایش زراعی مواد مؤثر و هم در مراحل فرایش صنعتی این مواد، زمینه‌های اقتصادی و انطباقی پیشگفته نیز به بهترین شیوه ممکن فراهم شود. در این زمینه به شکل زیر توجه کنید (۳۳، ۱۷، ۱۶- با تلفیق و تطبیق):



شکل شماره ۲. رابطه میان تولید یک ماده مؤثر و گنجایش تولید آن (مؤلف)

این شکل تنها حلقه‌ای از یک زنجیر انتخاب طبیعی (Natural Selection) فرضی را توضیح می‌دهد (یکی از پیکهای کروماتوگرافی عصاره گیاه). در واقع زنجیرهای انتخاب طبیعی ناپیدای پرشماره در گیاه وجود دارد. فرض کنیم که شکل بالا نماینده حلقه بهینه تولید و فراوری ماده «والثوبتريات» در کشت و صنعت گیاه سنبلیله باشد. بدیهی است در این حال مواد مؤثر مجاور (حلقه‌های مجاور) از حالت بهینه برخوردار نیستند، بلکه هر یک از این مواد در زنجیر

دیگری به مقدار بهینه می‌رسند. بدین ترتیب هر یک از مواد مؤثر اقتصادی ریشه سنبل الطیب حلقه بهینه‌سازی ویژه‌ای دارد و در زنجیر خاصی هم قرار می‌گیرد که همراه با زنجیره‌های حلقه بهینه مواد دیگر در مجموع شبکه‌ای زنجیری از ظرفها یا میدانهای بومشناسی (اکولوژی) گوناگون تشکیل می‌دهند (Niche web)، به طوری که هر ظرف، از آلیاژ «به‌نژادی - به‌زراعی - فن‌فراوری» مخصوصی فراهم آمده است.

آنگاه باید دید که کدام زنجیر، به متابولیسم مزاج یک بیمار (در زمینه هر بیماری خاص) به بهترین وجه پیوند می‌یابد (بهینه‌طبی)؟ از سویی ممکن است بهینه‌طبی در نظر گرفته شده هرگز پذیرای بهینه اقتصادی گفته شده نباشد! باید دید کدام زنجیر با چه جور مزاج بیمار و ناتوانی ارتباط و انطباق مناسب دارد؟ و به چه دلیل؟ البته این پرسش بیشتر در زمینه عصاره‌های تهیه شده در کشت و صنعت مطرح می‌شود. در صورتی که در مورد عصاره‌های صرفاً صنعتی چنین پرسشی در کار نیست، بلکه باید به طور مستقیم پاسخ را دریافت! به دیگر سخن، باید بیشتر به عوارض جانبی داروهای شیمیایی پرداخت تا به علامت بهبود آن!... این امر خود بخوبی نشان می‌دهد که در رابطه با این فراز رسالت محققان چقدر سنگین است و از همین رو باید تعداد زیادی آگرونومیست، اکولوژیست، داروساز، پزشک، صنعتگر و نیز دیگر دست‌اندرکاران، چون یک روح در چند بدن، در نقطه عطف مشترکی (در زمینه هر بیماری خاص) توافق کنند (۲۲، ۳۳، ...).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

الگوهای موجود در طبیعت

برای تحقق فرازهای پیشگفته، یافتن الگوهای مقدماتی در گیاهان وحشی طبیعت ضروری است. چه گیاهانی و در کجای طبیعت، از نظر اندوخته مواد دارویی مشخص، در قله‌های درمان و شفابخشی و بهزیستی انسان به سر می‌برند؟ و این گیاهان در روند اهلی شدن و در مسیر تکامل همگام تولید زراعی و فراوری صنعتی خود، چه نشانه‌های مساعدی بروز می‌دهند؟ چگونه باید این گیاهان را در فلور ایران شناسایی کرد و خواص آنها را در مزرعه و کارخانه افزایش داد؟ کدام یک از طبیعت رخت بریسته‌اند و چرا چنین شده‌اند؟ فن‌آورهای

حلقه‌های گمشده در ...

نوبت در زراعت و باغبانی تا چه پایه می‌تواند آنها را در کشتگاههای ویژه حمایت و احیا کند؟ و طراحی سیستمهای صنایع فراوری دارویی در هاوردی با این فن‌آوریها به چه سان باید سامان گیرد؟... همه این پرسشها در دایره مهمترین حلقه‌های گمشده ولی قابل اکتشاف قرار دارند!

آخرین جمله فراز بالا همه پرسشهای پیش از آن را به تقریب، آشکار می‌کند و نیاز چندانی برای بیان بیشتر بر جای نمی‌گذارد! با این همه بهتر است این نکته را نیز بیفزاییم که تنوع و تفرق شگفت‌انگیز گونه‌های گیاهی در پهنه دشتها و کوهساران ایران زمین (حدود دو برابر گونه‌های چندین کشور اروپایی) برخی صاحب‌نظران جهان را به گفتن این حقیقت وا داشته است که «ایران را به صورت مخزنی از گیاهان دارویی و معطر باید دید». و از این موهبت خدادادی نباید چشم پوشید! (۳، ۳۶، ...). ولی این سخن هرگز به معنای استفاده مستقیم از گیاهان طبیعت نیست. زیرا امروز تقریباً همگان دلایل ناشایست بودن این اقدام سوء را می‌دانند. ولی نکته در خور تأمل از نظر موضوع مورد بحث این است که استفاده مستقیم از گیاهان طبیعت نه تنها به نابودی منابع طبیعی مواد مؤثر دارویی نهفته در گیاهان شتاب می‌بخشد، بلکه باعث نوسانات شدید در کمیّت و کیفیت مواد یاد شده (در نتیجه باعث خدشه‌دار شدن نحوه استخراج و فرمولاسیون آنها در فراورهای صنعتی) می‌شود. از این رو، در حال حاضر، کشت گیاهان مورد توجه صنایع دارویی (بویژه اقلام اقتصادی کمیاب و در حال انقراض آنها) بر اساس اصول آمایش سرزمین (Land use planning) امری بسیار حساس و ضروری می‌نماید (۲، ۱۹، ۳۵). نمونه زیر گویای اهمیت رعایت اصول آمایشی در این قضیه است. زیرا چنانچه دیده می‌شود با رهنمود اقتصاد طبیعت می‌توان راهی به درون آن باز نمود، از مواد سودمند آن نسخه برداشت، میدانهای اکولوژی خاص تشکیل آن مواد را بخوبی شناخت و به ساخت مدلهای زراعی و صنعتی مشابه آن پرداخت (شکل شماره ۳). اصل بر این است که با تخریب هر میدان اکولوژی ویژه سنتز یک ماده مؤثر خاص در طبیعت، مسئله انقراض آن ماده را پیش‌رو خواهیم داشت! (۳، ۲۸، ...).

می‌توان گفت تحقیقات پایه‌ای و بنیادی درباره کاشت، داشت، برداشت و فرایندهای پس از برداشت در زمینه بیش از ۳۰ نوع گیاه دارویی راهبردی در حال حاضر مورد خواست و تأکید

صنایع دارویی است (۲، ۲۳، ...). افزون بر این، با ژرفنگری آمایشی در منابع طبیعی و مناطق زراعی کشور، بی‌گمان به استعداد های دارویی گیاهی نوپدید که قابل انتقال و فراوری در کشت و صنعت باشد و توجه اقتصاد جهانی را نیز جلب کند، دست خواهیم یافت. به یاد داشته باشیم که جهان منتظر زراعی شدن برخی از گیاهان دارویی ایران است که در نهایت هویت طبیعی و حتی ملی ما را در عرصه اقتصاد صنایع شیمیایی جهان به نمایش خواهند گذاشت! همچنین، به یاد داشته باشیم که رسیدن به این هدف، به نوبه خود، زنجیری از بررسی های «علمی - اقتصادی» ویژه را مقتضی خواهد ساخت که بسیاری از حلقه های آن در حال حاضر گمشده (ولی قابل بازسازی و جایگزینی) است.

Pseudosantonine/ A.aucheri & A.maritima/ pied de la montagne et semi - steppe

Santonine/ A.maritima & A.cinna/ regions semisteppiques (écosystmes).

Camphere/ A. Cinna & A.herba alba/ semi stéppe et stéppe (écotones).

Sesquiterpenes/ A.h-a, varG & A.h-a, varD/ régions stéppiques (écosystemes).

Artemisine/ A.h-a, varI & A.h-a,varII/stéppe et semi-désert (écotones).

Cinéol/ Artemisia sp & A.h-a/ Irano-touranien et sandi-sahara (Biomes).

Thojon/ A.h-a & A.absinthium/ Irano-touranien et Hyrcacien (Biomes).

Sabinene/ A.absinthium & A.dracunculus/ régions nordiales cultivés.

A. h-a (Central) = A. sieberi ssp. s.

شکل شماره ۳. ماده مؤثر بهینه در میدان های اکولوژی جمعیت های مختلف گیاه «درمنه»

(*Artemisia spp*) متفاوت است. یعنی در هر میدان ماده مؤثر خاصی، بیشتر از دیگر مواد تشکیل

می شود. با طرح مدلهایی بر اساس «اختلاف بیوماس متابولیتی جمعیت های گیاهی طبیعت» ممکن است بتوان به

مرزبندی «میدان های دارو زایی» دست پیدا کرد! این کار سودمند (برای کشت و صنعتها) از جلوه های دانش و

فن آوری آمایش سرزمین است (مؤلف)

نسخه‌برداری‌های ماهرانه، حلقه‌هایی گمشده!

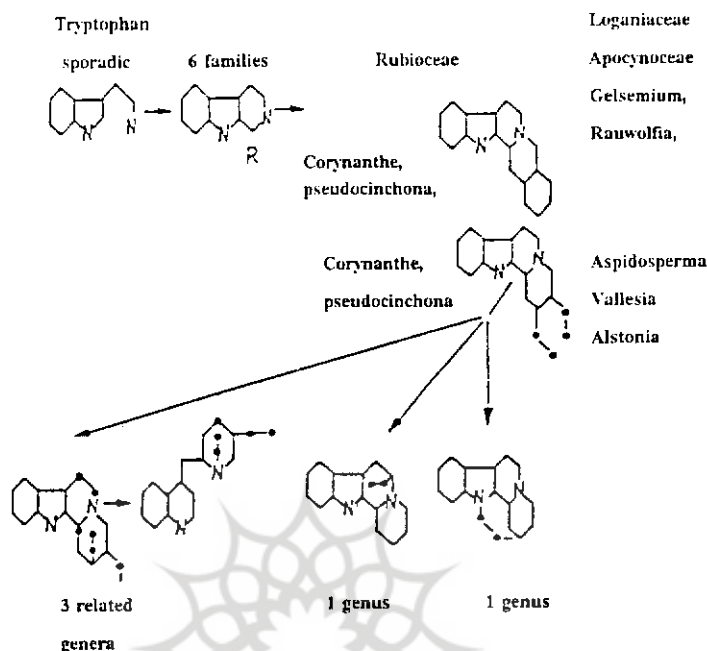
فرض کنیم که می‌خواهیم سازوکار سنتز شکر خاصی از مواد مؤثر گیاهی را که در جریان کشف حلقه‌های گمشده پیشین شناخته‌ایم، از متن اقتصاد طبیعت (نه اقتصاد آدمی) نسخه‌برداری و در زراعت متابولیسی (Metabolic Agronomy) و یا صنایع فرآوری (Industrial Processing)، به مقیاس انبوه، بازسازی کنیم. در این صورت به طور جدی باید پذیرفت که نسخه‌برداری‌های صحیح تجربی از سازوکار سنتز مواد مؤثر شناخته شده در طبیعت (از سوی نسخه‌برداران ماهر و مبتکر) و بازسازی‌های موفقیت‌آمیز مبتنی بر آن در زراعت و صنعت، به نوبه خود، حلقه‌های گمشده جدیدی را در این فرایند تشکیل می‌دهند.

عصاره‌های دارویی سنتتیک (فراهم آمده از صنایع شیمیایی) محصول مستقیم اقتصاد انسانی بوده و عصاره‌های دارویی گیاهی (فراورده‌های کشت و صنعت) در اصل محصول اقتصاد طبیعت‌اند که به اقتصاد آدمی راه باز کرده‌اند. در واقع ویژگیها و کارکردها و راهبردهای لازم برای داروهای ساخته شده در صنعت را انسانها مشخص می‌کنند، حال آنکه داروهای ساخته شده در طبیعت می‌توانند ویژگیها و کارکردهای خود را به انسانها نشان داده یا حتی تحمیل کنند. (۲۳، ۳۸).

در تاریخ ابداعات و اکتشافات به لحاظ آماری محصولات الهام گرفته از الگوهای اقتصاد طبیعت عموماً کم‌هزینه‌تر و پرخاشی‌تر و حتی پولسازتر از محصولات اقتصاد برگرفته از دیدگاه‌ها و اندیشه‌های سودانگاران مستقیم بشری بوده و آسیب کمتری هم به محیط زیست وارد آورده است. اگر جامعه‌ای تاراج منابع حیاتی و تخریب پوشش گیاهی طبیعی خود را ابزار به دست آوردن ثروت قرار ندهد و از توانایی‌های منابع طبیعی و مناطق زراعی سرزمین خود، به طور مثال برای تأمین متابولیتهای دارویی مورد نیاز جامعه با اتکا به اصول آمایشی استفاده بهینه را ببرد؛ در واقع به نوعی اقتصاد طبیعت روی آورده و رفتار سیستمی درستی (Ecosystemical Approach) پیشه کرده است (۱۵، ۱۹، ۲۵). بعضی کشورها (به عنوان مثال: مجارستان و استرالیا و ...) در چند سال اخیر توانسته‌اند بالاترین درآمد ملی خود را به کشت و

صنعت متابولیتها و تولید دیگر محصولات شیمیایی از این دست، اختصاص دهند. در این برخورد نوین تنها به تولید گیاهان دارویی (با رعایت کردن روشهای معمول و پیشرفته بهزراعی و مهنزادی) بسنده نمی شود، بلکه تأکید اساسی روی بازگشتن به استعدادهای طبیعی این گیاهان است. بدین معنی که با مراجعه به تبار گیاهان دارویی اهلی شده (و اصلاح شده) سازوکارهای سنتز مواد مورد نظر را از روی مدل‌های اولیه آن در طبیعت (در میدانهای اکولوژی اختصاصی طبیعی) نسخه برداری می کنند، سپس با ارزیابی و مقایسه همه جانبه با انتاج اهلی شده آنها، در روندی عمیق و تدریجی، حتی گاهی موفق می شوند از روی سازوکار رفتار طبیعت (و تغییرات آن در زراعت) یک روش مناسب برای تولید دارو در صنعت پیدا کنند (۳۵، ۳۹). این کار در واقع مجموعه‌ای از مدل‌سازیهایی خاص را به منظور افزایش ذخایر کمیاب و ارزشمند بیوشیمیایی سرده‌ها و سرزمینها اقتضا می کند. بهره به دست آمده از این کار در کشورهای یاد شده گاه چند برابر عملکرد کشت و صنعتهای سنتی است. آیا با نسخه برداری از پتانسیلهای داروزایی سرده‌ها و سرزمینهای ایران در میدانهای خاص آن، می توان این پتانسیلها را در کشت و صنعت گیاهان دارویی دو چندان کرد؟ پاسخ (چنانکه پیشتر نیز گفته شد) از چند جهت، مثبت ولی مشروط به شرایطی است که در بخش بعد گفته خواهد شد. در راستای مطالب یاد شده در بالا نیز می توان برای نمونه به شکل شماره ۴ و شرح زیر آن توجه کرد (۲۲، ۳۹، ...).

پروژه پایه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل شماره ۴. به عنوان یک مثال از مثالهای بسیار متعددی که در زمینه تنوع شگرف متابولیت‌های دارویی در عالم گیاهی وجود دارد، می‌توان الکالونیدهای مشتق از تریئوفان را در نظر گرفت. در نگاه نخست، این الکالونیدها ابزار مناسبی برای تشخیص بسیاری از تیره‌ها (Family) از یکدیگر و نیز تشخیص دوری و نزدیکی سرده (genus) های داخل هر تیره، به نظر می‌رسند. ولی مهمتر از این امر، در واقع نسخه‌هایی است که در لوح ذات تیره‌ها و سرده‌ها در رویشگاهها و سرزمینهای مختلف نوشته شده است! چنانکه در زمینه همین مثال (فرمولاسیون‌های شکل بالا) می‌بینیم؛ نسخه‌های یاد شده، در فرایند اهلی شدن گیاهان دارویی، یا به دیگر سخن در جریان انتقال و توسعه ژرم پلاسماهای متابولیتی از طبیعت به زراعت، بسیار و بسیار متنوع‌تر می‌شوند. در این حال، با تغییر هر عامل بهنژادی یا بهزراعی و زیر تأثیر هر تنش طبیعی یا مصنوعی باید منتظر بود تا نسخه‌هایی دیگر از ترکیبات شیمیایی یا دارویی جدید پدیدار شود! این ترکیبات بر چگونگی و اندازه متابولیت اصلی اقتصادی (که فعالیت زراعی یا صنعتی برای تولید آن انجام می‌شود به طور کامل اثر می‌گذارند ولی به هر حال هم قابل شناسایی و نسخه‌برداری، و هم اینکه در صورت روشن شدن علل و شرایط سنتز آنها قابل بازسازی و بهره‌وری در صنعت نیز خواهند بود (اقتباس از منبع ۳۹، با تغییر و تعمیم)

چند نکته مهم دیگر

مدلسازیهای کاملاً پیشرفته و گوناگون، بویژه شبیه‌سازی ریاضی و رایانه‌ای آرمانی بر اساس واقعیت‌های پیشگفته (Ideal Simulation Modellings)، بی‌گمان یک نوع «تاخت» را در میدان پیشرفتهای دارویی توصیه و تشویق خواهد کرد. ولی، پیش از هر گونه تاخت، باید «قاچ‌زین» و «مهارت خویش» را شناخت و پیشاپیش به یک سلسله سیاستگذاری بنیادی و اصولی در این میدان پرداخت! (از نظر تهیه امکانات مناسب و تقویت مهارت‌های لازم). بدیهی است ساختار ستون فقرات این سیاستگذاری، مهره‌های متخصص و کارآموده‌ای خواهند بود که توانایی کشف و جاسازی حلقه‌های گمشده مورد نظر را به طور کامل داشته باشند!

آن روی دیگر مسئله پیشگفته نیز این است که گفتارهای محفلی و نوشتارهای عمومی و نمایشگاه‌های مناسبی (۹، ۱۱، ۲۰، ...). گرچه برای ترویج فرهنگ استفاده از گیاهان دارویی در میان افراد جامعه بسیار مهم و سودمند می‌نماید، ولی با این حال تکرار بی‌تحول این روند ممکن است به ابر پوشاننده پیشرفتهای جدیدتر و ژرف‌تر بعدی تبدیل شود. بنابراین نباید گذاشت این ابر با فشار پیشرفتهای برون مرزی بر طرف شود! باید خود را و منابع و توانایی‌های درون مرزهای خود را، بدون هر گونه بزرگنمایی و یا کوچک‌نمایی، با دقت هر چه بیشتر شناسایی کرده و به دور از هر گونه سودجویی و خودکامگی، از دیدگاهها و راهکارها و مواضع درست و بحق تمامی خردورزان و اندیشمندان جامعه، بهره برده و هر یک را به‌نگام و شیوه مناسب به کار بندیم

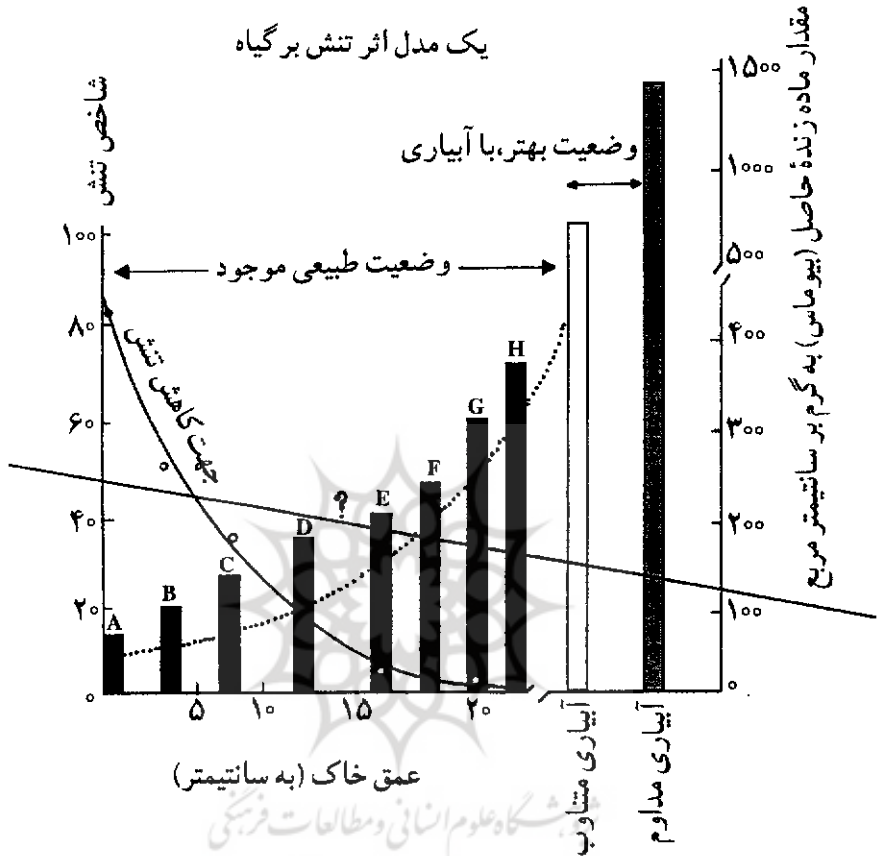
خلاصه اینکه به توصیه بیست و چند قرن پیش «تئوفراست» (که نوعی سوگندنامه ضمنی و غیر رسمی است) مسئله کشت و صنعت گیاهان دارویی و هر مسئله مهارتی و تخصصی دیگر را پیش از آنکه وسیله دستیابی به مال و منصب و مدرک و مانند آن شود ابزاری برای رشد «خرد» خود سازیم که از رشد خرد، بیماریهای زندگی اجتماعی از جمله کجی فکر و کمی علم بهبود می‌یابد و جبران می‌شود!

امروزه (به عنوان مثال) دیگر نباید چنین انگاشت که تنها تدوین دانشنامه‌های چند جلدی یا تنظیم نمایشگاهها و نشریات مجلل و دیگر موارد همانند آنها امکانات کشفیات جدید را

حلقه‌های گمشده در ...

در کشت و صنعت گیاهان دارویی فراهم می‌کند، بلکه باید به روشهای زیرساختی و بنیادی نوین و نیز فن‌آوریهای کاربردی روزآمد توجه داشت تا شرایط به گونه‌ای فراهم شود که توانایی‌های ذاتی پژوهشگران به همراه ویژگیهای برتر و ناشناخته گیاهان چه در طبیعت و چه در مزرعه، به شیوه‌ای هماهنگ و شایسته آماده بهره‌برداری بهینه شود، به طوری که (باز هم به عنوان مثال) اطلاعات اساسی خاص مدلسازیهای رایانه‌ای برای شالوده‌ریزی کشفیات یاد شده گردآوری شود که البته اطلاعات یاد شده از راههای چندی به دست می‌آید: برای نمونه فن‌آوری شناخت توزیع جغرافیایی تاکسونهای شیمیایی و متابولیتی در بین جمعیت‌های گیاهی طبیعت (Chorology) و مرزبندی میدان اکولوژی این تاکسونها، یکی از این راههاست. اطلاعات به دست آمده از این فن‌آوری در ساده‌ترین شکل، ممکن است به عنوان مثال در تهیه برنامه‌های نرم‌افزاری چون «آنافیتو»، «جی‌بی‌آی»، «جی‌آی‌اس» و ... به کار رود و در شبیه‌سازیهایی که با استفاده از این نرم‌افزارها می‌شود، زیرگونه‌های شیمیایی گیاهان دارویی (Infraspecific Chemical Taxa of Medicinal plants) مورد استنباط و اکتشاف قرار گیرد. پیرو آن، احتمال دارد بتوان سازوکارهای مربوط به سنتز برخی متابولیتها در طبیعت را نیز نسخه‌برداری و در کشت و صنعتها بازسازی کرد (۲، ۵، ۷، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۸، ۲۶، ۲۹، ۳۹، ۴۰، ...). در اینجا دریچه تازه‌ای از حقایق علمی باز می‌شود که پیشنهاد می‌شود فرهیختگان و دست‌اندرکاران دنیای کشت و صنعتها، عالمانه در این وادی مهم وارد شوند و ریزه‌کارهای دقیق آن را مسئولانه بشکافند! چون بدون راهبردهای ظریف و دقیق آینده، «کشت و صنعت»ها، همچنان در بیراهه زیانبار روزمژگی شغلی خود خواهند ماند!

و سرانجام اینکه ... می‌بینید، پزشکان و داروسازان بدون اطلاع از مقوله اکولوژی بیوشیمیک انسانی و گیاهی (Biochemical Human & plant Ecology) هیچ‌گاه به یگانگی صنفی با دانشوران کشت و صنعت گیاهان دارویی نخواهند رسید! و با پرهیز از این یگانگی بی‌گمان منشأ خدمات بنیادی مؤثر و معنیدار به جامعه نیازمند ما نخواهند بود!



شکل شماره ۵. در مدل بالا شاخص تنش (Stress Index) میانگینی به دست آمده از مجموعه تنشهای حرارت، آب و مواد غذایی است. این شاخص با روش خاصی محاسبه شده و به صورت درصد انحراف از حد مطلوب زندگی جامعه گیاهی طبیعی نمود یافته است. در گیاهان زیر تنش شدیدتر، به عنوان عامل دفاعی درونی، متابولیت‌های ثانوی دارویی بیشتر سنتز می‌شود. اما پدیده متضاد آن است که اغلب این متابولیت را در بیوماس کمتر می‌توان به دست آورد. شاید نقطه بهینه موعود (؟) تلفیق مناسبی از هر دو پدیده در مورد یک متابولیت خاص باشد. خط ممتد بلند نماینده آن سطح تغییر خاص متابولیتی است.

این مدل نه چندان جدید (مدل «بارت، روزنبرگ») از مدلهایی است که راه آشتی و پیوستگی طبیعت و زراعت را نشان می‌دهد. امروزه این راه تا وادی صنعت و بهداشت نیز امتداد یافته است! (۱۷، ۲۱)

جمع‌بندی و پیشنهاد

آنچه تا به اینجا گفته شد، نگرش چند سویه به ساختار و عملکرد بالقوه سیستم پیچیده‌ای است که اسکلت اصلی آن را شبکه‌ای «تودرتو» از زنجیره‌های پدیده‌ها و اقدامات مختلف در کشت و صنعت گیاهان دارویی تشکیل می‌دهد. ما تنها از چند زاویه محدود و مبهم به درون این سیستم نظر افکنیم. در صورتی که اگر از زوایای مختلف (مصادیق گویا و گوناگون عینی و تجربی) آنهم به طور شفاف، بتوانیم ریزه‌کارهای ساختار و عملکرد چنین سیستمی را بررسی کنیم، شمار فراوانی حلقه‌های گمشده دیگر به دستمان می‌آید! آیا به واقع مسئولان و محققان ما و به طور کلی همه دست‌اندرکاران کشت و صنعت‌های گیاهان دارویی در کشور توان و شرایط چنین ترصد سیستمی «کارا» را در خود سراغ دارند؟

پاسخ این پرسش هر چه باشد، دریافت و شناخت مسئله و واکنش درست در برابر پاسخ اصلی آن را باید بنیادین‌ترین گام در راستای تصحیح، بهینه‌سازی و افزایش عملکرد واحدهای کشت و صنعت گیاهان دارویی به شمار آورد. زیرا هر سیستم، هر چقدر پیچیده باشد می‌توان دست کم پیکر کلی آن را (هر چند فرضی و موقتی) به چند «پاره» تقسیم و ارتباط ساختاری و عملکردی این پاره‌ها را (هر چند کمی ناپخته و ساختگی) با اصول و ابزار مناسب ارزیابی کرد. (Levels of Organization) چنین مدل‌سازی، در صورتی که منطقی و مستمر باشد، بی‌گمان روند خود را تصحیح می‌کند و به کمال می‌رساند! در این زمینه پیشنهاد می‌شود که در کشور ما (پیش از آنکه رخدادهای آینده مجبورمان کند) پیکر کلی سیستم مورد بحث، با مراعات جنبه‌های اصالت ملی، به چهار یا پنج پاره (و در صورت لزوم به تعداد بیشتر) تقسیم شود و هر گروه مسئولیت شناسایی و گرداندگی یک پاره خاص را در هماهنگی با پاره‌های پیشوند و پسوند خود (بدون ادعای دخالت در آنها یا قیومیت بر آنها و دیگر موارد مانند آن) بر عهده گیرد! محور اصلی این پاره‌ها و نقش هر یک می‌تواند چنین باشد:

۱. شناسایی ژرم پلاسمهای دارویی مناسب اهلی شدن در گیاهان طبیعت.
۲. انتقال سازگاران ژرم پلاسمها از طبیعت به حیظه‌های زراعی و آزمایشگاهی.

۳. تقویت و توسعه ژرم پلاسمهای انتقالی با ملاحظه صرفه‌های اقتصادی.
 ۴. واگذاری عصاره‌ها و مواد پایه تقویت شده و توسعه یافته به صنایع دارویی.
 ۵. ارائه داروهای دارای منشأ گیاهی به مراکز پیشگیری و درمانی. ۶. ...
- اگرچه در این زمینه‌ها ناگفته‌های بسیاری مانده است، ولی از آنجا که پرداختن به هر یک، نیاز به نوشتاری جداگانه دارد، بنابراین ناگفته‌های این مباحث و هر گونه نقد و تحلیل و واکاوی بیشتر، را به مقاله یا مقالات دیگر وا می‌سپاریم!

منابع

۱. ابراهیم‌زاده، حسن و مسعود میرمعصومی و سید محمد فخر طباطبایی. بررسی جنبه‌های تولید موسیلاژ در چند منطقه ایران، مجله پژوهش و سازندگی، ۱۳۷۶.
۲. امیدبیگی، رضا، آرشیو اسلاید و اسناد، و مبادلات و مصاحبات شخصی، ۱۳۷۶.
۳. امید بیگی، رضا. رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی (جلد اول و دوم)، کشت و صنعت زردبند، ۱۳۷۶.
۴. امیدبیگی، رضا و سیدمحمد فخر طباطبایی. بررسیهای مقدماتی کشت سنبل‌الطیب طی در ایران، اولین کنگره علوم باغبانی، کرج، پاییز ۱۳۷۵.
۵. بخش فنی کشت و صنعت زردبند (دفتر شیران)، آرشیو کاتالوگهای صنعتی و ماشین‌آلات، تا سال ۱۳۷۶.
۶. تبرایی، بهمن (عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران). مسائل مربوط به روشهای تبدیلی بیوسیستمهای طبیعی، زراعی، آزمایشگاهی، صنعتی و ... به یکدیگر و مشکلات آن

- در ایران (مصاحبات و مبادلات شخصی) ... تا سال ۱۳۷۶.
۷. رحیمی نژاد، محمدرضا. مطالعه‌ی خزانه‌های وراثتی ... در ایران (طرح پژوهشی دانشگاه اصفهان)، ۱۳۷۶.
۸. رستمی، محمدعلی (عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی کرج). بیبلیوگرافی درباره‌ی مسائل مربوط به متابولیت‌های ثانوی در زراعت (۵ منبع). بخش اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج)، ۱۳۷۵.
۹. زرگری، علی. گیاهان دارویی (جلد ۵) انتشارات دانشگاه تهران، تا سال ۱۳۷۳.
۱۰. سنگری، سیروس (عضو هیئت علمی موسسه دفع آفات و بیماری‌های گیاهی)، بیبلیوگرافی درباره‌ی روش‌های مدرن مطالعه پوشش گیاهی (۱۰ منبع)، تا سال ۱۳۷۶.
۱۱. شورای نویسندگان باغ گیاهشناسی ملی ایران، خبرنامه ویژه هفته منابع طبیعی و نمایشگاه بزرگ گیاهان دارویی، ۱۳۷۵.
۱۲. طباطبایی فر، سید احمد (عضو هیئت علمی گروه ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی تهران)، اطلاعات فنی مربوط به طراحی ماشین‌های دروگر برخی گیاهان دارویی (مبادلات و مصاحبات شخصی)، تا سال ۱۳۷۵.
۱۳. عطری، مرتضی (عضو هیئت علمی دانشگاه ارومیه). بیبلیوگرافی درباره روش‌های بررسی خواص جمعیت‌های گیاهی (حدود ۲۰ منبع)، تا سال ۱۳۷۶.
۱۴. فخر طباطبایی، سید محمد. پتانسیل‌های داروژایی سرزمین‌های ایران، دومین گردهمایی زراعت گیاهان دارویی، گناباد، آبان ۱۳۷۳.
۱۶. فخر طباطبایی، سید محمد. پیرامون زیست‌شناسی طبیعت ... موسسه انتشارات جهاد دانشگاهی (ماجد)، ۱۳۷۶.
۱۷. فخر طباطبایی، سید محمد. طبیعت زنده ... شرکت سهامی انتشار، پاییز ۱۳۷۵.
۱۸. گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف. کنترل کیفیت، سیستم، سازماندهی، روش‌های آماری، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۷۰.

۱۹. مخدوم، مجید. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.
۲۰. میرحیدر، حسین. معارف گیاهی (مجموعه مجلدات)، دفتر فرهنگ اسلامی، تا سال ۱۳۷۲.
21. Barret and Rosenberg, "Stress Effects on Natural Ecosystems", John wiley ... 1981.
22. Bernath J. "Ecophysiological Approach in the Optimalization of Medicinal plant Agro-systems", HerbaHungarica, 1990.
23. Bruneton Jean, "Pharmacognosy, Phytochemistry Medicinal Plants" Lavoisier publishing, NewYork, patris, ... 1995.
24. Dava.s.s. "A Text book of Environmental chemistry and ..., S. Chand & Company Ltd, Ram Nagar, New Delhi, 110055, ... 1995.
25. Dover M. and L.M. Talbot "Agro-Ecology for Sustainable Development ..." Oxford & IBH pub, Co. PVT. Ltd, New Delhi, 1988.
26. Editors, "Ecological modeld", Elsevier, the Netherlands, 1995.
27. Editors. "Plants Under Stress", Cambridge University, 1990.
- 28.F. Tabatabace S.M., "Les effets du stress hydrique sur La production du metabolites secondaires par certaines especes" (Surtout Artemisia spp.) des parcours pastoraux Iraniens, Faculte des Sciences Agronomiques de Gembloux, belgique, 1990.
29. F.Dessaint and J.P. caussanel, ..." A Simple Tool for Modelling Special Patterns of Weeds", *Crop Production* (Vol. 13, No 6), 1994.
30. Harborne, J.B., "Introduction to Ecological Biochemistry", Dept. of Botany, the University of Reading. England, 1988.
31. Hornok L., "Cultivation and Processing of Medicinal Plants", Academic

Press, Budapest, 1992.

32. Jeffers, J.N.R., "Modelling", Chapman & Hall, London, 1994.

33. Kumar H.D., "Modern concepts of Ecology Gautam Packaging", Okhla Industrial Estate, Phase 1, New Delhi, 110020, ... 1993.

34. Lawrence W. and ..., "GPS and GIS for Weed Surveys and Management", *Weed Technology* (Vol, 7), 1993.

35. Lyle E., & ..., "Production Ecology of Secondary plant products". Oryx press, Budapest, 1986.

36. Omidbaigi R., "Effect of Environmental Factors on Growth, Yield and Substances of Some Medicinal Plants" (Ph.D. Tnesis), University of Horticulture and Food Industry, Budapest, 1993.

37. Southwood T.R.E., "Ecological Methods", Chapman and Hall, London, 1995.

38. Taguchi G. &..., "Quality Control in Production Systems", Mc Graw-Hill Co., NewYork 10020, 1988.

39. Tetényi, P.. "Infaspecific Chemical taxa Medicined plants", Acedemoli Kiado',Budspst. 1990

40. Timmermann B.N. and ..., "Phytochemical Adaptation to Stress", Plenum Press, New york & London, TSBN = 0/306-71720-0, ... 1993.