



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

کاربرد بیوتکنولوژی در تولید گیاهان دارویی

چکیده

گیاهان دارویی مهمترین منبع داروهای نجات بخش برای اکثریت جمعیت جهان می باشند. متابولیت های ثانویه گیاهی از لحاظ اقتصادی به عنوان دارو، عطریجات، رنگدانه ها، افزودنی های خوراکی و حشره کش ها مهم هستند. ابزارهای بیوتکنولوژیکی برای انتخاب، تکثیر، بهبود و آنالیز گیاهان دارویی مهم می باشند. سیستم های کشت سلول گیاهی نمایانگر یک منبع تجدیدپذیر احتمالی ترکیبات دارویی باارزش است. تولید *in-vitro* متابولیت های ثانویه در کشت سوسپانسیون سلول گیاهی از گیاهان دارویی مختلف گزارش گردیده است و واکنش گره های زیستی مرحله کلیدی به سوی تولید تجاری متابولیت های ثانویه با بیوتکنولوژی گیاهی می باشند. تغییر شکل ژنتیکی یک ابزار قدرتمند برای تقویت بهره وری متابولیت های ثانویه تازه می باشد. بویژه با *Agrobacterium tumefaciens*. بیوسنتز ترکیبی رهیافت دیگری در تولید محصولات طبیعی تازه برای تولید محصولات طبیعی نادر و گران می باشند. تکنیک های نمایه سازی DNA مانند میکروارایه های DNA به عنوان ابزار عالی و مناسبی برای تحلیل همزمان ژنهای مختلف و آنالیز بیان ژن می باشد که برای فراهم سازی نشانه هایی درباره مکانیسم تنظیم کننده، مسیرهای بیوشیمیایی و عملکردهای سلولی وسیعتر لازم است.

کلیدواژه ها: بیوتکنولوژی، متابولیت های ثانویه، گیاهان دارویی

مقدمه

جمعیت دنیای کنونی تقریباً 6.8 بیلیون بنا به انتظار تا سال 2050 دوبرابر می شود. جمعیت در کشورهای در حال توسعه 97 درصد افزایش جهانی را تشکیل می دهد و بنا به برآورد تا 2050، 90 درصد جمعیت سیاره در کشورهای در حال توسعه نیمکره جنوبی اسکان خواهند داشت. چالش برای آینده از اینرو در امنیت غذایی جهانی نهفته است که یک دوبرابرسازی تولید غذا را در 50 سال بعدی برای رویارویی با نیازهای جمعیت ملزم می سازد.

در کل دنیا اثر مفید بیوتکنولوژی گیاهی تقریباً به طور انحصاری روی غلات با اهمیت اقتصادی بالا مانند ذرت، گندم، لوبیای سویا، آفتابگردان، برنج و سیب زمینی بوده است.

تخمین زده شده است که 70 تا 80 درصد افراد کل دنیا اساساً متکی به طب سنتی تا اندازه زیادی گیاهی برای رفع نیازهای بهداشتی و درمان اولیه شان می باشند. تقاضای جهانی برای طب گیاهی نه تنها زیاد است بلکه رو به رشد می باشد. تکنولوژی های گوناگون برای تقویت مولکولهای با فعالیت زیستی در گیاهان دارویی اتخاذ گردیده است. ابزارهای بیوتکنولوژیکی برای تکثیر و تقویت ژنتیکی گیاهان دارویی با اتخاذ تکنیک هایی مانند زایش *in vitro* و تغییر شکل ژنتیکی مهم می باشد. نیز می تواند برای تولید متابولیت های ثانویه با استفاده از گیاهان به شکل واکنش گره های زیستی مهار گردد. سیستم های کشت سلول گیاهی نمایانگر یک منبع تجدیدپذیر احتمالی از ترکیبات دارویی با ارزش، طعم ها، عطریجات و رنگ دهنده ها می باشد که نمی تواند با سلولهای میکروبی یا سنتز شیمیایی تولید گردد. اهمیت تجاری در حال تکامل متابولیت های ثانویه در سالهای اخیر منجر به علاقه زیادی در متابولیسم ثانویه و بویژه در احتمال تغییر تولید متابولیت های با فعالیت زیستی بوسیله تکنولوژی کشت سلولی گشته است. مزیت اصلی این تکنولوژی آن است که ممکن است فراهم کننده منبع مداوم قابل اتکای داروهای گیاهی باشد و می تواند برای کشت در مقیاس وسیع سلولهای گیاهی بکار رود که از آن این متابولیت ها را می توان عصاره گیری کرد. کشت های سلول و بافت گیاهی نوید زیادی برای تولید کنترل شده انواع گوناگون متابولیت های ثانویه مفید مورد تقاضا دربر دارد. پیشرفتهای در کشت بافت، همراه با بهبود تکنیک های مهندسی ژنتیکی به ویژه تکنولوژی تغییر شکل، مسیرهای جدیدی را برای تولید با حجم بالای داروسازی ها کارخانجات مواد غذایی و سیار مواد مفید گشوده است. استفاده از سلولهای گیاهی برای تولید ترکیبات طبیعی یا نوترکیبی با منافع تجاری توجه روزافزون طی دهه های گذشته را کسب کرده است. ترکیبات با فعالیت زیستی که در حال حاضر از گیاهان عصاره گیری می شود به عنوان مواد داروسازی، مواد شیمیایی در کارخانجات، اجزای طعم و عطر، افزودنی های خوراکی و حشره کش ها استفاده می شوند. تعدادی از گونه های گیاهی برای تولید و تکثیر کشت های سوسپانسیون سلولی استفاده شده اند که از سیستم های مدل مانند *Arabidopsis*، *Catharanthus* و *Taxus* تا گیاهان غله ای تک لپه و دولپه مانند برنج، لوبیای سویا، آلفاآلفا، و تنباکو می باشد. متابولیت های ثانویه برای ایفای نقشی اصلی در سازگاری گیاهان با محیط زیست آنها شناخته شده اند اما

نیز یک منبع مهم مواد دارویی هم می باشند. سیستم های کشت های سوسپانسیون سلولی می تواند برای کشت در مقیاس وسیع سلولهای گیاهی مورد استفاده قرار گیرد که از آن متابولیت های ثانویه را می توان عصاره گیری کرد. مزیت های این روش آن است که می تواند سرانجام یک منبع قابل اتکای مداوم از محصولات طبیعی فراهم سازد. در سالهای اخیر، سیستم سنتی پزشکی یک موضوع با اهمیت جهانی شده است. هرچند طب مدرن می تواند در کشورهای پیشرفته در دسترس باشد، طب گیاهی (مواد فیتوشیمیایی) اغلب شهرتی از لحاظ دلایل تاریخی و فرهنگی کسب کرده است. پیشرفتهای اخیر در زیست شناسی مولکولی، انزیم شناسی، و تکنولوژی تخمیر کشت سلول گیاهی حاکی از آنست که این سیستم ها ممکن است یک منبع ماندگار از متابولیت های ثانویه مهم باشند.

بازسازی و تکثیر میکرو گیاه در *in vitro*

تکنیک های *in vitro* به طور قابل ملاحظه ای این احتمال را با کاربرد سیستم های تغذیه ای و هورمونی تحت شرایط ضد عفونی شده بهبود می دهند. تکثیر گیاه با این روش تکثیر میکرو نام دارد چون جوانه های مینیاتوری یا گیاهچه در آغاز مشتق می شود. تعدادی از مسیرها برای بازسازی کل گیاهان از بخشهای گیاه برش زده شده وجود دارد. دو مسیر اصلی را می توان در نظر گرفت یعنی بازسازی از طریق ارگانوژنز جوانه و جنین زایی سوماتیکی.

اندام زایی یک مسیر تکاملی است که در آن جوانه ها یا ریشه ها (یعنی اندامها) برای تمایز از یک سلول یا گروهی از سلولها تحریک می شوند. بازسازی گیاهی از طریق اندام زایی عموماً دربرگیرنده تحریک و رشد یک جوانه از بافت پیوند شده می باشد که بعد از آن به یک محیط کشت متفاوت برای تحریک تشکیل ریشه و رشد آن منتقل می شوند. تحقیق نشان داده است که اندام زایی موفقیت آمیز در بسیاری گونه های گیاهی می تواند با ایجاد صحیح اجزای محیط کشت، انتخاب یک بافت پیوندی مناسب و کنترل محیط فیزیکی حاصل آید. در جنین زایی سوماتیک، سلولهای سوماتیک با تقسیم برای تشکیل جنین های کامل از جنین های زیگوتی انالوگی رشد می کنند. ساختار دوقطبی جنین سوماتیکی حاوی هم جوانه و هم مریستم می باشد. حین اینکه جنین ها رشد می کنند، آنها از میان مراحل ساختاری مجزای مراحل گلوله، قلب، اشعه ای، لپه ای، و بلوغ رشد می کنند.

جنین زایی سوماتیکی می تواند به طور مستقیم از سلولهای بافت پیوندی بدون فاز کالوس غیرمداخله ای رخ دهد. اما مسیر جنین زایی غیرمستقیم که در آن جنین های سوماتیک تحریک می شوند و از یک کالوس پرولیفته رشد می کنند، عموماً متداولتر می باشند. کشفیات کشت های سلولی قادر به ایجاد ترکیبات پزشکی خاص در یک سرعت مشابه یا برتر از مال گیاهان سالم در سالیان اخیر تسریع یافته است. شمای تولید مواد دارویی گیاهی مهم در کشت های سلولی تولید شده است. مواد جدید فیزیولوژیکی فعال با علاقه پزشکی توسط سنجش زیستی یافت گردید. نشان داده شده است که فعالیت بیوسنتتیک سلولهای کشت شده می تواند با تنظیم فاکتورهای محیط زیستی و با انتخاب مصنوعی یا تحریک کلونهای واریانته تقویت گردد. برخی از ترکیبات پزشکی واقع در بافتهای تخصصی مورفولوژیکی یا اندامهای گیاهان بومی در سیستم های کشت نه تنها با تحریک کشت های سازماندهی شده خاص بلکه با کشت های سلولی غیرمتمايز یافته تولید شده اند. استفاده احتمالی از کشت های سلولی گیاهی برای تغییرشکل زیستی خاص ترکیبات طبیعی نشان داده شده است. به دلیل این پیشرفت ها، تحقیقات در حیطه تکنولوژی کشت بافت برای تولید مواد شیمیایی گیاهی فراتر از انتظارات شکوفا شده است.

مزیت های اصلی یک سیستم کشت سلولی بر کشت مرسوم گیاهان کامل این است: 1) ترکیبات مفید می تواند تحت شرایط کنترل شده مستقل از تغییرات آب و هوایی یا شرایط خاک تولید گردد. 2) سلولهای کشت شده عاری از میکروب ها و حشرات می باشند. 3) سلولهای هر گیاهی، حاره ای یا کوهستانی، می تواند به سهولت برای کسب متابولیت های خاص آنها تکثیر گردد. 4) کنترل خودکار رشد سلولی و تنظیم منطقی پروسه های متابولیت هزینه های کار را کاهش داده و بهره وری را بهبود می دهد. 5) مواد آلی قابل استخراج از کشت های کالوس می باشد. برای کسب بازده های بالا مناسب برای استخراج تجاری، تلاشها متمرکز بر جداسازی فعالیت های بیوسنتتیک سلولهای کشت شده، با حصول از طریق بهینه سازی شرایط کشت، انتخاب سوشهای تولید بالا، و به کارگیری تغذیه پیش ساز، روشهای تغییرشکل و تکنیک های عدم تحرک می باشد. کشت های ریشه موینه ترانس ژنیک نقش کشت بافت گیاهی را در تولید متابولیت ثانویه متحول ساخته است. آنها در ثبات ژنتیکی و سنتز زیستی شان منحصر به فرد بوده و رشد سریع تر و سهولت نگهداری بیشتری دارند. با استفاده از این روش

شناسی، یک طیف وسیع از ترکیبات شیمیایی سنتز گردیده است. پیشرفتهای کشت بافت در ترکیب با بهبود مهندسی ژنتیکی مواد دارویی، مواد تغذیه ای و سایر مواد مفید می باشد.

بررسی توانایی های سنتز زیستی کشت های سلولی مختلف بوسیله گروهی از دانشمندان گیاهی و میکروبیولوژیست ها در چندین کشور طی آخرین دهه انجام پذیرفته است. بیشتر کاربردهای کشت های سوسپانسیون سلول گیاهی در بیوتکنولوژی با هدف تولید متابولیت های ثانویه طبیعی می باشد. این امر تولید شیکونین، انتوسیانین، و اجمالیسین و اخیرا مواد ضدتوموری مهم مانند تاکسول، وین بلاستین، وین کریستین را نتیجه داده است. در چند سال اخیر یافته های نویدبخشی برای انواع مواد باارزش پزشکی گزارش گردیده است که برخی از آنها ممکن است در مقیاس صنعتی در آینده نزدیک تولید گردد. امروزه، بیان انتی بادی و تکه های انتی بادی نو ترکیبی در گیاهان یک تکنیک به خوبی استقرار یافته است و مزیت های گیاهان بر سیستم تولید باکتریایی و پستانداران مرور شده است. هدف مرور کنونی تمرکز بر اهمیت تکنولوژی کشت بافت در تولید برخی از داروهای گیاهی است.

کشت بافت تولیدکننده محصولات دارویی مطالعات موردی جالب: تحقیق در حیطه تکنولوژی کشت بافت گیاهی منجر به تولید بسیاری مواد دارویی برای درمانهای جدید شده است. پیشرفت ها در حیطه کشت های سلولی برای تولید ترکیبات پزشکی تولید انواع مختلف مواد دارویی مانند الکلوئیدها، ترپنوئیدها، استروئیدها، ساپونین ها، فنولیک ها، فلاونوئیدها، و امینواسیدها را ممکن ساخته است. تلاشهای موفقیت آمیز برای تولید برخی این مواد دارویی ارزشمند در مقدار نسبتا بزرگ توسط کشت سلولی نشان داده شده است.

تاکسول: تاکسول (پلاکسی تاکسول) یک الکلوئید دی ترپن پیچیده که در پوست درخت Taxus یافت می شود، یکی از نویدبخش ترین مواد ضدسرطانی شناخته شده به دلیل حالت منحصر به فرد عملکرد روی سیستم سلولی میکروتوبولار می باشد. در حال حاضر تولید تاکسول توسط گونه های مختلف Taxus در محیط کشت ها یکی از حیطه های گسترده مورد بررسی کشت های سلول گیاهی در سالهای اخیر به دلیل مقادیر تجاری بیشمار تاکسول، نایابی درخت Taxus و پروسه سنتز پرهزینه می باشد.

مورفین و کدئین: لاتکس از خشخاش، *Papaver somniferum* یک منبع تجاری ضد درد، یعنی مورفین و کدئین می باشد. کشت های کالوس و سوسپانسیون *P. somniferum* به عنوان وسیله دیگری برای تولید این ترکیبات مورد تحقیق قرار گرفته اند. تولید مورفین و کدئین در کشت های بدون تمایز مورفولوژیکی گزارش گردیده است.

جینسنوئیدها: ریشه *Panax ginseng* یا به اصطلاح جینسنگ، به طور وسیعی به عنوان تونیک و داروی بسیار باارزش از زمانهای باستانی مورد استفاده قرار گرفته است. جینسنگ را یک افزایش دهنده معجزه اسای سلامتی و طول عمر می دانند. اجزای تشکیل دهنده با فعالیت اولیه زیستی جینسنگ را به نام جینسنوئید می شناسند که گروهی از تری ترپنوئید ساپونین هاست. در میان آنها جینسنوئید *Rg 1* یکی از مولکولهای فعال اصلی *Panax ginseng* می باشد.

بربرین: بربرین یک ایزوکوینولین الکالوئید یافت شده در ریشه های *Coptis japonica* و کورتکس *Phellodendron amurense* می باشد. این الکالوئید ضدباکتریایی از یک تعداد محیط کشت های سلولی شناسایی گردیده اند که قابل ذکر آن *Coptis japonica*، *Thalictrum spp* و *Berberis spp* می باشد. بهره وری بربرین در کشت های سلولی با بهینه سازی مواد نوترینتی در محیط کشت رشد و میزان فیتوهورمونها افزایش یافت.

دیوزجنین: دیوزجنین یک پیش ساز برای سنتز شیمیایی داروهای استروئیدی است و به شدت در صنعت داروسازی مهم است. *Tal* و همکارانش درباره استفاده از کشت های سلولی *dioscorea deltoidea* برای تولید دیوزجنین گزارش داده اند. آنها دریافتند که میزان کربن و نیتروژن تا حد زیادی بر تجمع دیوزجنین در یک خط سلولی تاثیر دارد.

وین بلاستین و وین کریستین: الکالوئیدهای دی مریسیندول به نامهای وین کریستین و وین بلاستین داروهای باارزش در شیمی درمانی سرطان به دلیل فعالیت ضدتوموری احتمالی شان علیه لوکومیای مختلف و تومورهای توپر شده اند. این ترکیبات از لحاظ تجاری از مقادیر زیاد *Catharanthus roseus* عصاره گیری شده اند. چون گیاه سالم حاوی غلظتهای پایین (0.0005%) می باشد، کشت های سلول گیاهی به عنوان راه دیگر برای تولید مقادیر زیاد این الکالوئیدها بکار رفته اند.

تکنولوژی پروسه زیستی برای تولید متابولیت های ثانویه گیاهی: در متون سلول گیاهی فوق العاده حساس به نیروهای برش توصیف شده و لزوم استفاده از راکتورهای زیستی برشی پایین خاص را مانند راکتورهای زیستی بالابر هوایی پیش می آورد. اما در صنعت چنین راکتورهایی متداول نیست. بیشتر پروسه در تانک همزن دار انجام می گیرد. در نتیجه، چنین راکتور زیستی برای کشت سلول گیاهی ترجیح داده می شود. این مجموعه واحد فراوری با کمترین هزینه است. مطالعات تازه تر درباره حساسیت برشی سلولهای گیاهی در میان سایر مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که در واقع سلولهای گیاهی در کل کاملاً متحمل استرس برشی می باشند. این امر با این واقعیت پشتیبانی می شود که یک سری پروسه های در مقیاس وسیع با کشت های سلول گیاهی برای مثال شیکون در تولید گزارش گردیده است. سلولهای گیاهی در تانک های همزن دار 60 مترمکعبی کشت شده اند. تکنولوژی عملی است اما از لحاظ اقتصادی چطور؟ یک تعداد مقالات در این باره وجود دارد. با فرض یک تولید سالانه 3 هزار کیلوگرم در سال ترکیبات تولید شده توسط یک کشت سلولی به میزان 0.3g/l منجر به یک قیمت محاسبه شده 1500 دلار در هر کیلوگرم گردید. افزایش بهره وری با یک عامل 10 (یعنی 3 g/l) منجر به قیمت 430 دلار در هر کیلوگرم شده است. در هر دو مورد یک نوع دسته ای پروسه بکار بسته شد. این قیمت ها بالا است اما تعدادی محصولات طبیعی قیمت های حتی خیلی بالاتری دارند (برای مثال تاکسول، وین بلاسین، و وین کریستین). اما بیشتر مواد شیمیایی با ارزش تخصصی با میزان خیلی پایینی در کشت سلولی تولید می شوند. تولید آنها باید با این حساب برای امکانپذیر شدن یک پروسه صنعتی افزایش یابد.

تکنولوژی تغییرشکل ژنتیکی و تولید گیاهان ترانس ژنیک: تغییرشکل ژنتیکی بنا به اثبات یک ابزار قدرتمند برای تولید گیاهان با صفات دلخواه در بسیاری غلات گردیده است. غلبه بر تعدادی مسائل کشاورزی و محیط زیستی اساسی نویدبخش است که با استفاده از برنامه های پرورش گیاهی مرسوم حل شدنی نیست.

انتقال ژن با واسطه باکتری Agrobacterium و بدون آن: تغییر شکل گیاهی با واسطه *Agrobacterium tumefactions* که یک باکتریوم پاتوژنیک گیاهی خاک است به طور متداولترین روش استفاده شده برای ورود ژنهای خارجی به سلولهای گیاهی و بازسازی بعدی گیاهان ترانس ژنیک می باشد. این باکتریوم خاک دارای توانایی طبیعی برای تغییرشکل میزبان با ارائه تکه خوب تعریف شده DNA، و DNA ی انتقال یافته T، از پلاسמיד تحریک کننده تومور آن یا Ti به داخل سلول میزبان می باشد. پیشرفت سریع در

ناحیه بیوتکنولوژی غلات اساساً به دلیل توسعه پروتکل های بازسازی کارآمد و تغییر شکل مناسب با واسطه *Agrobacterium* برای گونه های غلات مختلف می باشد. موفقیت مشابه نیز می تواند در گیاهان دارویی حاصل آید که به نوبه خود می تواند برای تقویت محتوای متابولیت های ثانویه بکار رود. سیستم های تغییرشکل براساس *A. tumefaciens* به خوبی برای *Taxus* یا سرخدار، *Echinacea*، *Scrophularia* یا گل خوک، *Digitalis* یا گل انگشتانه، *Thalictrum* یا گیاه علفزار و *Artemisia* ایجاد شده است. با این حساب تغییرشکل *Agrobacterium* یک روشی را برای تغییرشکل ژنتیکی روتین بسیاری گونه های مهم پزشکی فراهم می کند.

انتقال ژنی مستقیم

تولید گیاهان دارویی ترانس ژنیک توسط بمباران ذره ای: علمیات بمباران ذره ای در سال 1987 معرفی گردید که دربرگیرنده استفاده از یک بمباران برای شتاب دهی ذرات فلزی به قطر 1 تا 4 میکرومتر به داخل دیواره سلولی گیاهی می باشد. هیچ محدودیت اساسی در احتمال بمباران ذره ای وجود ندارد چون DNA کاملاً تحت پارامترهای فیزیکی کار می کند. تغییرشکل کارآمد گیاه دارویی تولیدکننده الکلوئید تروپان به نام *Hyoscyamus muticus* نیز با بمباران ذره ای حاصل آمد. یک تغییرشکل کارآمد و ثابت در گیاهان سیر حاصل گردیده است (*Allium sativum*).

تولید گیاهان دارویی ترانس ژنیک با الکتروپوراسیون: الکتروپوراسیون از پالسهای کوتاه الکتریسیته با ولتاژ بالا برای تحریک تشکیل منافذ ناپایدار در غشای سلول میزبان استفاده می کند. تماس پروتوپلاست های سوسپانسیون سلولی گیاه دارویی چوبی به نام *Solatum dulcamara* تا ولتاژ 250 الی 1250 V cm^{-1} برای سه پالس پیاپی که هر یک طول $10-50 \mu\text{s}$ را دارد رشد بافتهای مشتق از پروتوپلاست را تحریک کرد.

تولید گیاهان دارویی ترانس ژنیک با تغییرشکل کلروپلاست: تغییرشکل ثابت کلروپلاست با ورود ژنهای خارجی به ژنوم کلروپلاست ابتدا در جلبک سبز تک سلولی به نام *Chlamydomonas reinhardtii* در سال 1998 بدست آمد که بزودی پس از آن روی گیاه تنباکو و همین اواخر روی *Arabidopsis thaliana* انجام گردید. بیش از 40 ترانس.

نتیجه گیری

کشت بافت و سلول گیاهی نقش مهمی در تکثیر گیاهان برای وارپته های غله ای بهبود یافته دارد. تکثیر *in vitro* گیاهان دارویی با اصول فعالیت زیستی غنی شده و روش شناسی های کشت سلولی برای تولید متابولیت انتخابی مشخص گردید که به شدت برای تولید تجاری ترکیبات دارویی مهم مفید است. برای بهبود بازده مهندسی متابولیکی چشم اندازهای نویدبخشی را ارائه کرده است اما نیاز به درک تنظیم مسیرهای متابولیت ثانویه دارد که در میزان محصولات، انزیم ها و ژنها نقش دارند از جمله جنبه های انتقال و تقسیم. تکثیر *in vitro* گیاهان دارویی با اصول فعالیت زیستی غنی شده و روش شناسی کشت سلولی برای تولید متابولیت انتخابی مشخص گردید که به شدت برای تولید تجاری ترکیبات مهم دارویی مفید است. برای بهبود بازده ها مهندسی متابولیکی چشم انداز نویدبخشی را ارائه می دهد اما نیاز به درک تنظیم مسیرهای متابولیت ثانویه دارد که دربرگیرنده همه سطوح محصولات، انزیم ها، و ژنها از جمله جنبه هایی مانند انتقال و تقسیم بندی است.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی