



ارائه و پیاده سازی میز کشت گیاهان در گلخانه تحقیقاتی با سامانه تابشی و ارتفاع قابل تنظیم

علیرضا هاشمی

کارشناس گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

نویسنده مسئول: علیرضا هاشمی

پست الکترونیک: alirezahashemi@ut.ac.ir

چکیده

برای یک گلخانه با نور مصنوعی مهمترین مسئله منبع روشنایی برای رشد گیاه است. کشت گیاهان درون یک گلخانه تحقیقاتی که دارای سامانه کنترلی شدت نور تابشی و تنظیم ارتفاع منبع نور می‌باشد امکان کاشت گیاهان با نیاز طول روز یا فتوپریود را در همه فصول سال فراهم می‌کند. برای رسیدن به این هدف یک میز کشت با سامانه تابشی و ارتفاع قابل تنظیم ارائه و پیاده‌سازی شده است. میز دستگاه به طول ۶ متر و عرض ۱٫۵ در نظر گرفته شد که سطح رویی آن از جنس توری مشبک با مش ۳۰mm می‌باشد. از ۲ عدد پیچ دنده مربعی ۴۰mm به صورت عمودی جهت تنظیم ارتفاع میز استفاده شد. نیرو محرکه اصلی سامانه به وسیله الکتروموتور با توان ۳hp و جعبه دنده ۱:۱۲ تامین می‌شود. نیروی جعبه‌دنده نیز به کمک چرخ‌دنده زنجیر با نسبت ۱:۱۰ به محور اصلی انتقال نیرو به پیچ‌های دنده مربعی انتقال داده می‌شود. تعداد ۱۰۰ لامپ کم مصرف فلورسنت ۶۰ وات با شدت ۳۰۰ لوکس در هر لامپ برای این مجموعه انتخاب گردیده است. برای افزایش بازدهی و جلوگیری از تلفات نور از ورق استیل برای پشت لامپ‌ها استفاده شده است. بنابراین سامانه تابشی حداکثر ۳۰۰۰ لوکس نور را تامین می‌کند. برای کنترل توان مجموعه روشنایی از سه کنتاکتور و برای کنترل زمان روشنایی از ۳ تایمر اتوماتیک قابل تنظیم استفاده گردیده است. همچنین از ۲ ترموستات برای کنترل اتوماتیک دما و رسیدن به مقدار بهینه حرارت که مورد نیاز گیاه می‌باشد، استفاده شده است. در مجموع کنترل دما- نور-تهویه به صورت اتوماتیک انجام می‌پذیرد.

واژه‌های کلیدی: گلخانه، اتاقک رشد، میز کشت تحقیقاتی، سامانه تابشی

۱- مقدمه

کشت گیاهان درون یک گلخانه تحقیقاتی که دارای سامانه کنترلی شدت نور تابشی و تنظیم ارتفاع منبع نور می‌باشد، مزایای زیر را دارد:

- امکان کاشت گیاهان با نیاز طول روز یا فتوپریود متفاوت یعنی گیاهان روزکوتاه (short day plants) و گیاهان روزبلند (long day plants) در همه فصول سال.



• قابلیت فراهم کردن شدت نور لازم برای رشد گیاهان مختلف به طوریکه شدت نور مورد نیاز سبب بالارفتن دمای محیط رشد نشود.

• بسته به مراحل مختلف و دوره رشد گیاه مورد نظر، شدت نور قابل تغییر می‌باشد.

نور مصنوعی برای کشت گیاه یک پارامتر بسیار مهم است که هزینه و کیفیت تغذیه‌ای سبزیجات گلخانه‌ای را تعیین می‌کند. برای یک گلخانه با نور مصنوعی مهمترین مسئله منبع روشنایی برای رشد گیاه است. لامپ‌های معمولی بیشتر انرژی خود را به امواج فروسرخ تبدیل می‌کنند که سبب بالارفتن دمای محیط می‌شوند. لامپ‌های فلورسانس حرارت زیادی تولید نمی‌کنند، اما برای ایجاد شدت بیشتر نور که مورد نیاز بسیاری از گیاهان است، بایستی تمام سقف محل با این نوع لامپ پر شود که در بعضی موارد کفایت نکرده و شدت نور لازم را تولید نمی‌کنند. لامپ‌های جیوه‌ای بزرگ بوده، حرارت زیاد و نور فرابنفش (نور با طول موج کوتاه) تولید می‌کنند که مخرب بوده و سبب لطمه به گیاهان می‌شود.

مارتسنس و همکاران (Mortensen et al., 1982) اثر نوع دما، طوبت نسبی، غلظت دی‌اکسید کربن و نور مصنوعی را بر رشد گیاه بررسی نموده‌اند.

تامولیاتیس و همکاران (Tamulaitis et al., 2005) کاربرد منبع نور متشکل از LED را بر رشد گیاه بررسی نمودند. شدت فوتوستنز و میزان رشد و میزان کلروفیل دو محصول کاهو و تربچه در میز کشت با منبع LED مورد بررسی قرار گرفت و با یک میز کشت با منبع نور لامپ سدیمی مقایسه گردید. آنها گزارش دادند که منبع LED مناسبتر از لامپ‌های سدیمی بوده و فوتوستنز و میزان رشد را افزایش داده است.

هدف از این تحقیق ارائه و ساخت یک میز کشت با قابلیت تنظیم میزان نور تابشی و ارتفاع منبع نور از سطح کشت می‌باشد، تا بتوان متناسب با گیاه کشت شده در گلخانه پارامترهای مرتبط با منبع نور را کنترل نمود.

۲- مواد و روش‌ها

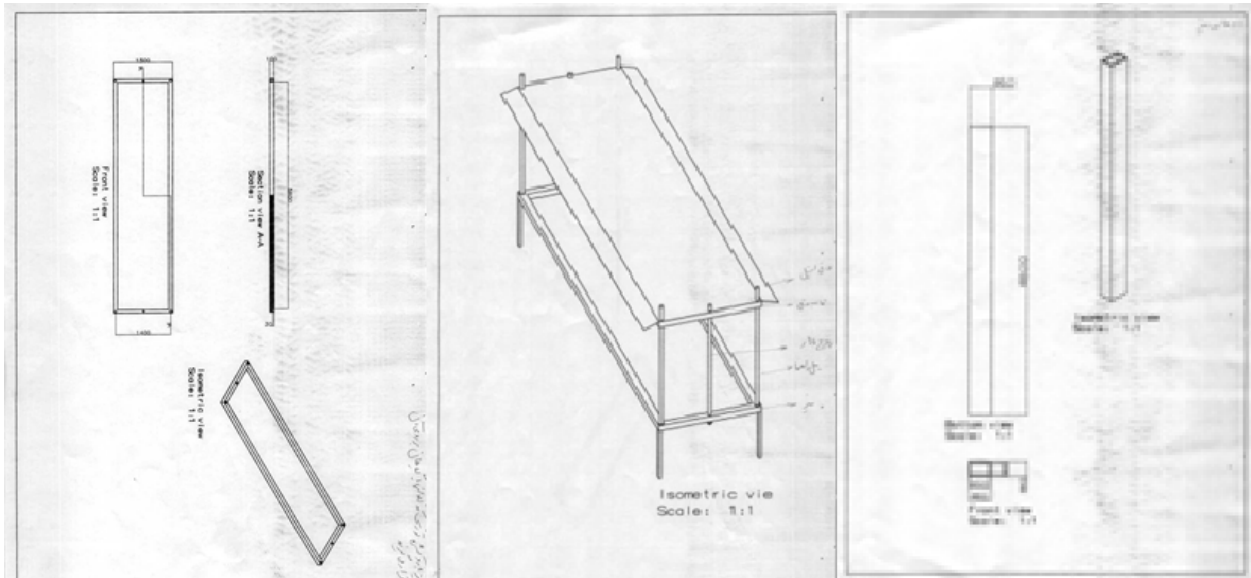
دستگاه ارائه شده دارای بخش‌های مختلفی می‌باشد که در ادامه توضیح داده می‌شود. کلیه عملیات ساخت دستگاه در گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج ساخته شده است.

بخش مکانیکی میز کشت

میز دستگاه به طول ۶ متر و عرض ۱,۵ متر با پایه‌های $40\text{mm} \times 20\text{mm} \times 800\text{mm}$ که در هر ۲ متر برای جلوگیری از افت میز پایه نصب شده است. سطح رویی میز از جنس توری مشبک با مش 30mm می‌باشد که از نظر اقتصادی، وزن، راحتی حمل و نقل و نظافت میز دستگاه بسیار مناسب است. ابتدا وانتهای میز ۲ عدد پیچ دنده مربعی 40mm به صورت عمودی به منظور تنظیم ارتفاع میز نصب شده‌اند. از دو جفت چرخدنده مخروطی با نسبت ۱:۲ برای گرداندن پیچ‌های مربعی و تغییر ارتفاع استفاده شده است. چرخنده بزرگتر بر روی محور انتقال نیرو و چرخدنده کوچک روی انتهای چرخ دنده مربعی نصب شده که جهت گردش را 90° تغییر می‌دهد. دو عدد مهره 40 نیز به سقف متحرک دستگاه نصب شده که با چرخش پیچ در



داخل مهره باعث حرکت به سمت بالا و پایین سقف می‌شود. ابعاد شاسی سقف در ابعاد کف میز ساخته شده و با ورق استیل روکش شد. طرفین ورق استیل به اندازه ی ۴۵ درجه خم داده شده است که باعث انعکاس بیشتر نور به سمت گیاهان می‌شود. نیرو محرکه اصلی سامانه به وسیله یک الکتروموتور با توان ۳hp و جعبه دنده ۱:۱۲ تامین می‌شود. نیروی جعبه‌دنده نیز به کمک چرخ‌دنده زنجیر با نسبت ۱:۱۰ به محور اصلی انتقال نیرو به پیچ‌های دنده مربعی انتقال داده می‌شود. همچنین از یاتاقان‌های UCF برای قرار دادن شفت اصلی انتقال نیرو در یک راستا استفاده شده است. همچنین برای جلوگیری از خارج شدن دستگاه از حالت تعادل از ۴ عدد میل راهنما استفاده شده است. وزن سقف متحرک ۵۰۰ کیلوگرم می‌باشد. شکل ۱ نمایی نقشه میز کشت را نشان می‌دهد.



شکل ۱. نقشه بخش مکانیکی میز کشت گلخانه‌ای

برای کنترل دستی تنظیم ارتفاع، یک فلکه جلوی دستگاه تعبیه شد که اپراتور به وسیله آن ارتفاع سقف تابشی را به راحتی تنظیم می‌نماید.



شکل ۲. نمایی از فلکه تنظیم ارتفاع سقف تابشی



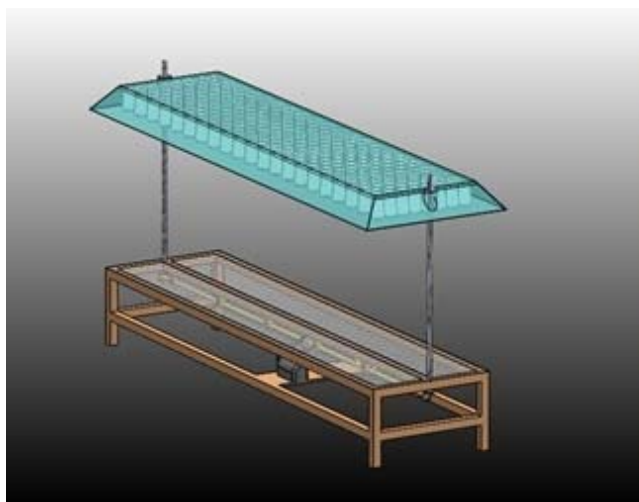
سامانه تابشی

یکی از پارامترهای ضروری در ساخت سامانه تابشی، محاسبه حداکثر نور مورد نیاز (لوکس) برای رشد و نمو گیاه می‌باشد. بعد از محاسبه میزان شدت نور، تعداد لامپ‌های مورد نیاز محاسبه گردید و به ترتیب خاصی کنار هم چیده شدند. در این طرح از لامپ‌های کم مصرف موجود در بازار استفاده شده است که دارای مزایای زیر است:

- شدت نور تولیدی بسیار بیشتر از لامپ‌های در دسترس و گرمای حاصل از آن بسیار کمتر است.
- از نظر نصب و جایگزینی راحت بوده و از نظر اقتصادی نیز در مقایسه با نمونه‌های مشابه مقرون به صرفه است.

برای تامین کیفیت مناسب نور از دو نوع از این لامپ‌ها به صورت یک در میان زرد و سفید استفاده شد. با طراحی سقف متحرک و قابل تنظیم در طی دوره رشد گیاه، شدت مناسب نور قابل دستیابی است که برای اغلب گیاهان مناسب است.

تعداد ۱۰۰ لامپ کم مصرف فلورسنت ۶۰ وات با شدت نور ۳۰۰ لوکس در هر لامپ برای این مجموعه انتخاب گردیده است (شکل ۳). برای افزایش بازدهی و جلوگیری از تلفات نور از ورق استیل براق برای پشت لامپ‌ها استفاده شده است. بنابراین سامانه تابشی حداکثر ۳۰۰۰ لوکس نور را تامین می‌کند. البته لازم به ذکر است فاصله مناسب بین لامپ‌ها یکی از نکات مهمی است که باعث نظم بخشیدن به پخش نور و یکنواختی تابش می‌شود. برای شبیه‌سازی نور خورشید از دو رنگ متفاوت لامپ‌های کم مصرف زرد و سفید استفاده شده است. ترکیب این دو رنگ با هم به رنگ نور خورشید شبیه است. استفاده از این نوع لامپ‌ها در مصرف بهینه انرژی موثر است و از تولید گرما و حرارت اضافی داخل اتاقک که به رشد گیاهان آسیب می‌رساند، جلوگیری می‌نماید.

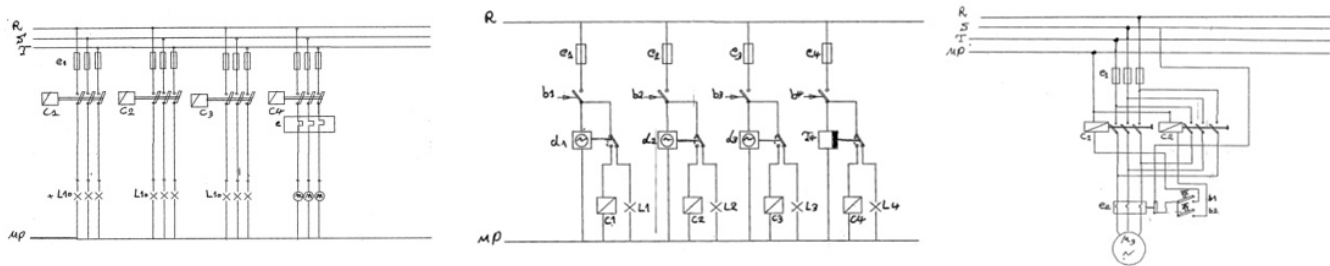


شکل ۳. سامانه تابشی با ارتفاع قابل تنظیم میز کشت تحقیقاتی.



سامانه کنترلی

برای کنترل توان اکتیو مجموعه روشنایی از سه کنتاکتور (کلید اتوماتیک) ۴۰ آمپر و برای کنترل زمان روشنایی از ۳ تایمر اتوماتیک قابل تنظیم استفاده گردیده است. همچنین از ۲ ترموستات برای کنترل اتوماتیک دما و رسیدن به مقدار بهینه حرارت که مورد نیاز گیاه می‌باشد، استفاده شده است. در مجموع کنترل دما- نور-تهویه به صورت اتوماتیک انجام می‌پذیرد. همچنین به وسیله دوتله تغییر سمت گردش الکتروموتور و ۲ شستی استارت و استپ که به صورت لحظه‌ای عمل می‌کند، کل مجموعه به سمت بالا و پایین هدایت می‌شود. همچنین جهت کنترل دستی و نیمه اتومات دستگاه کلاچ مکانیکی برای این سیستم طراحی شده بطوریکه در این کلاچ با استفاده از یک کوپلینگ زمانیکه هر دو تکه کوپلینگ به هم متصل هستند سیستم به صورت دستی کار میکند و از یک فلکه به قطر ۴۵ سانتی مت جهت چرخاندن محور اصلی و در نتیجه تنظیم ارتفاع سامانه تابشی استفاده می‌گردد. شکل زیر مدار کنترلی دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۴. مدار کنترلی میز کشت تحقیقاتی

کاربردهای میز کشت تحقیقاتی

از دستگاه ساخته شده در تحقیقات گوناگونی استفاده شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود. تأثیر کود حیوانی بر پاسخ‌های تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی گیاه گندم به سمیتور و جذب و وا جذب در چند خاک آهکی در سال ۱۳۹۳ بر روی محصول گندم، بررسی تأثیر ریزوسفر گیاه بر رفتار شیمیایی آرسنیک در سال ۱۳۹۲ بر روی محصول ذرت، گندم و کلزا، تأثیر قارچهای میکوریزی آربوسکولار، باکتریهای ریزوبیومی و سودوموناسهای فلورسنت بر تغییرات شیمیایی روی (Zn) در ریزوسفر و غنی سازی زیستی دانه لوبیا در سال ۱۳۸۸ بر روی محصول لوبیا، سینتیک آزادسازی روی و ارتباط پارامترهای آن با ویژگی های خاک و جذب روی توسط گیاه در برخی خاکهای ایران در سال ۱۳۸۷ بر روی لوبیا چشم بلبلی و جو، تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار و باکتری محرک رشد (PGPR) بر تغذیه و عملکرد گندم در شرایط تنش شوری در سال ۱۳۸۷ بر روی محصول گندم، بررسی تأثیر باکتری سودوموناس فلورسنت و قارچ میکوریز آربوسکولار بر رشد و تغذیه آفتابگردان در شرایط تنش شوری در سال ۱۳۸۷ بر روی محصول آفتابگردان، اثر کلرید پتاسیم بر جذب کادمیوم توسط کلزا و آفتابگردان در یک خاک آلوده در سال ۱۳۸۷ بر روی محصول کلزا و آفتابگردان، بررسی تأثیر کاربرد ژئولیت بر کیفیت خاک و تغذیه گیاه ذرت در سال ۱۳۸۷ بر روی محصول ذرت.



۴- نتیجه گیری

میز کشت ارائه شده دارای یک سیستم ساده و اقتصادی از نقطه نظر ساخت، تعمیر و نگهداری است. امروزه به لحاظ دسترسی آسان و ارزانی لامپهای کم مصرف در بازار ایران، استفاده از این لامپها مقرون به صرفه میباشد. سامانه ساخته شده هیچگونه سایه بر روی گلخانه ایجاد نمی‌کند و تابش نور در تمام جهات پخش می‌شود. از ویژگیهای این دستگاه کارکرد آسان به صورت دستی و خودکار است. در حالت دستی، اپراتور با چرخاندن بازویی مقابل دستگاه ارتفاع سقف تابشی را به راحتی تنظیم می‌نماید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی و مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

۱. اکبری ساری، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر ریزوسفر گیاه بر رفتار شیمیایی آرسنیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۲. برومند، ن. ۱۳۸۷. سیتیک آزادسازی روی و ارتباط پارامترهای آن با ویژگی های خاک و جذب روی توسط گیاه در برخی خاکهای ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۳. خسروی، ف. ۱۳۸۷، اثر کلرید پتاسیم بر جذب کادمیوم توسط کلزا و آفتابگردان در یک خاک آلوده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۴. سادات، ع. ۱۳۸۷، تاثیر قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری محرک رشد (PGPR) بر تغذیه و عملکرد گندم در شرایط تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۵. شیرمردی، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر باکتری سودوموناس فلورسنت و قارچ میکوریز آربسکولار بر رشد و تغذیه آفتابگردان در شرایط تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۶. عباسزاده دهجی، پ. ثوابی، غ. رجالی، ف. فرحبخش، م. ۱۳۸۸. تاثیر قارچهای میکوریزی آربسکولار، باکتریهای ریزوبیومی و سودوموناسهای فلورسنت بر تغییرات شیمیایی روی (Zn) در ریزوسفر و غنی سازی زیستی دانه لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران
۷. غفاری نژاد، س. ی. ۱۳۹۳. تأثیر کود حیوانی بر پاسخهای تغذیه ای و فیزیولوژیکی گیاه گندم به سمیتور و جذب و وا جذب در چند خاک آهکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران
۸. مهربانیان، م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر کاربرد زئولیت بر کیفیت خاک و تغذیه گیاه ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

9. Mortensen, L.M., 1982. Growth responses of some greenhouse plants to environment. III . Design and function of a growth chamber prototype. Scientia Hortic., 16: 57--63.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



10. Tamulaitis, G., Duchovskis, P., Bliznikas, Z., Breive, K., Ulinskaite, R., Brazaityte, A. & Žukauskas, A. (2005). High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 38(17), 3182.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Proposition and implementation of a research greenhouse crops desk with adjustable height and radiation systems

Abstract

For a greenhouse with artificial light source the most important problem is the type of light source. A greenhouse supplemented with control system of light intensity and light source height, provides the ability of cultivation of photoperiod plants in all seasons. To reach this aim, a cultivation desk with adjustable radiation and height was proposed and fabricated. The desk was made in 6m*1.5m size. The surface of desk was made of mesh lace. Two 40mm power screws were used for height adjusting of the desk. A 3hp electromotor and a 1:12 gearbox was used for driver system. Also a 1:10 chain drive was used for power transmit to screws. 100 fluorescent lamps with 60W and 300 lux radiation intensity were used for lightening source. To enhance efficiency of light source a steel sheet was used behind of lamps. To control power of lightening source, 3 connectors and to control time of lightening, 3 automatic adjustable timers were used. Also two thermostats were used for controlling of temperature.

Keywords: green house, growth chamber, desk research culture, Radiant Systems