هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ١٤ تا ١٧ شهریور ماه ١٣٩٠، دانشگاه صنعتی اصفهان

بررسی امکان ایجاد فرمول مناسب برای محاسبه مجموع درجه حرارت لازم برای رشد (SGDD) در هندوانه (*Citrullus lanatus (Thunb) mansf*)

رسول انسی نژاد (١)، کاظم آباک (٢)

١- استادیار گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت ٢- استاد گروه باغبانی دانشگاه چوکوراوا

هدف این تحقیق بررسی امکان تطابق روشهای تعیین مقدار درجه حرارت تجمعی مورد نیاز برای رشد هندوانه از طریق محاسبه مجموع درجه حرارت لازم (SGDD) که قبلاً با موفقیت در بعضی از محصولات سبزی و صیفی مورد استفاده قرار گرفته است، می باشد. در این مطالعه ١٠ رقم هندوانه که از نظر زودرسی دارای درجات گوناگونی هستند، بذر آن ها در تاریخ های مختلف کاشته شده و آزمایشات در دو سال به اجرا در آمد. تغییرات در دمای روزانه، با استفاده از شرایط متفاوت رشد، مانند گلخانه شیشه ای، تونل بلند و تونل کوتاه پلاستیکی ایجاد گردید. درجه حرارت روزانه از زمان کاشت بذر تا برداشت میوه برای شرایط مختلف کشت، به ثبت رسید. مجموع درجه حرارت لازم برای رشد (SGDD)، بوسیله مدل های مختلف سه گانه با استفاده از سه سطح حداکثر دمای روزانه بترتیب ٣٠ درجه ، ٣٢ درجه و ٣٥ درجه سانتیگراد و نیز چهار دمای پایه و یا حداقل دمای رشد ١٠ درجه ، ١٣ درجه، ١٥ درجه و ١٨ درجه سانتیگراد که همگی ٣٦ معادله را تشکیل می دهند، در هر یک از شرایط کشت و ارقام محاسبه گردید. تجزیه واریانس در مورد داده های بهدست آمده اعمال گردید و نتایج اختلاف میانگین ها (F) وضرایب تغییر (CV٪) مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه این مطالعه فرمول :

$$SGDD = \sum (T\max + T\min)/2 - Tb, (T\max + T\min)/2 \rangle Tb$$

با استفاده از دمای پایه (Tb) ١٨ درجه سانتیگراد بعنوان مناسبترین فرمول برای محاسبه مجموع درجه حرارت لازم از زمان کاشت بذر تا برداشت میوه در هندوانه تعیین گردید.

کلمات کلیدی : هندوانه، دمای پایه، دمای حداکثر، مجموع درجه حرارت لازم.

مقدمه :

هندوانه (Citrullus lanatus) یکی از مهمترین محصولات جالیزی در دنیا ودر ایران بشمار می رود. میزان تولید هندوانه در دنیا نزدیک به ٨٩٢٩٩٨٠٢ تن برآورد شده است و ایران نیز با میزان تولید ٢٥٦٦٦٦٠ تن هندوانه بعد از کشورهای چین و ترکیه در مقام سوم قرار دارد (FAO, 2008) . هندوانه عمدتاً در فضای باز کشت می گردد . اما اخیراً یک علاقه فزاینده در جهت پرورش محصول هندوانه درشرایط تونل های پلاستیکی و گلخانه ها برای پیش رسی در کشورهای ترکیه، اسپانیا و ایران مشاهده می شود. بسیار مطلوب خواهد بود که میزان رشد هندوانه را با تطابق و توسعه آن با مدل های ریاضی از حیث درجه سانتیگراد / روز که برای برنامه ریزی دقیق در تولید و تعیین زمان برداشت در ارقام مختلف ضروری می باشد را ، بدانیم

توسط تعدادی از دانشمندان، مدلهای ریاضی گوناگون بمنظور اندازه گیریی مجموع درجه حرارت لازم برای رشد (SGDD) ،بر روی برخی ازمحصولات، مثل ذرت شیرین*(Caldwell et al., 1947)* ، نخود *(Boswell,1929; Reath and Wittwer, 1952; Mikkelsen, 1981; Ney and Turk, 1993)* کاهو *(Magariaca and Knolt, 1951)* ، گوجه فرنگی *(Lipari et al., 1988)* ، لوبیا *(Mauromicale et al. 1988 ;Dimeny, 1989; Dood, 1996)* و خیار *(Katharine et al., 1986; Perry et al., 1986; Perry and Wehner, 1990)* مورد استفاده قرار گرفته است. از میان این دانشمندان ، *Magariaca and Knolt, (1951)* پیشنهاد نموده اند که در محاسبه درجه حرارت تجمعی برای رشد کاهو ، افزودن میانگین دمای روزانه که بین ٤/٤ درجه سانتیگراد تا ٢١/١ درجه سانتی گراد می باشد ، مناسب است. این

دانشمندان همچنین تأکید کرده اند که طول روز نیز باید در محاسبه مدنظر قرار گیرد . همچنین ، ***Kristiensen et al. (1985)*** گزارش کرده اند که استفاده ٤ درجه سانتیگراد بعنوان دمای پایه در محاسبات SGDD کاهو دمای مناسبی بوده است. در مورد محصول خیار یک تحقیق جامع، مؤثر بودن دو فرمول را با استفاده از ٥ دمای پایه و ٤ دمای حداکثر ، مورد بررسی قرار داده و در نتیجه فرمول: $GDD = \sum$ (Tmax - Tb) زمانیکه دمای پایه و حداکثر به ترتیب ١٥/٥ درجه سانتیگراد و ٣٢ درجه سانتیگراد باشد، مناسبترین معادله تعیین گردیده است ***(Akinci, 1995)***. با استفاده از این مدل ها ریاضی ، برنامه ریزی در تولید و مدیریت کشت هندوانه می تواند به طور مؤثری تحقق یابد و تجزیه و تحلیل های اقتصادی برای کشت زیر پوشش با توجه به هزینه انرژی و منافع آن ، باجرا درآید.

بنابراین هدف این تحقیق مقایسه تاثیربخشی ٩ معادله مختلف برای محاسبه SGDD بر اساس ٣ فرمول جهت پیش بینی تاریخ برداشت محصول هندوانه بر اساس اندازه گیری درجه حرارت از زمان کاشت بذر تا برداشت میوه می باشد .

مواد و روشها

در این آزمایش تعداد ١٠ کولتیوار هندوانه ***Red Cutie, Early Star, Summer Chaser, Rubin, Panonia, Fabiola) (Halep Karasi, Crimson Sweet, Sugar Baby and Blak Sweet*** که دارای درجات گوناگون مدت زمان کاشت بذر تا برداشت میوه می باشند، مورد بررسی قرارگرفت. کاشت بذر این ژنوتیپ ها برای تولید نشاء در تاریخ های مختلف (آذر ، دی و بهمن) در گلخانه انجام شد و سپس در شرایط مختلف رشد مثل گلخانه ، تونل بلند و تونل کوتاه پلاستیکی کشت گردید.

با استفاده از طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اثر تجمع حرارتی روی زمان برداشت میوه در شرایط مختلف کشت، ارقام هندوانه و سال ، مورد بررسی قرار گرفت.

داده های مربوط به درجه حرارت مورد استفاده در فرمول ها از ترموگرافهای موجود در هر یک از محیط کشت بدست آمد. میانگین دمای روزانه ، دمای حداقل و دمای حداکثر از داده های ثبت شده بوسیله ترموگرافها ، استخراج گردید. برای هر یک از شرایط کشت، مجموع درجه حرارت لازم برای رشد(SGDDs) بین کاشت بذر تا برداشت محصول با ٩ معادله مختلف محاسبه گردید ، که به شرح زیر می باشد:

١- $\text{SGDD} = \sum (T_d - T_b), T_d \rangle Tb\ (A)$

٢- $\text{SGDD} = \sum (T_{\max} + T_{\min})/2 - Tb, (T\max + T\min) > Tb\ (B)$

٣- فرمول B ، در صورتیکه دمای بالاتر از ٣٥ درجه ، همان ٣٥ درجه سانتیگراد تلقی شود.

٤- فرمول B ، در صورتیکه دمای بالاتر از ٣٢ درجه همان ٣٢ درجه سانتیگراد تلقی شود.

٥- فرمول B ، در صورتیکه دمای بالاتر از ٣٠ درجه همان ٣٠ درجه سانتیگراد تلقی شود.

٦- $\text{SGDD} = \sum (T_{\max} - T_b), T_{\max} \rangle\ Tb\ (C)$

٧- فرمول C ، در صورتیکه دماهای بالاتر از ٣٥ درجه همان ٣٥ درجه سانتیگراد تلقی شود.

٨- فرمول C ، در صورتیکه دماهای بالاتر از ٣٢ درجه همان ٣٢ درجه سانتیگراد تلقی شود.

٩- فرمول C ، در صورتیکه دماهای بالاتر از ٣٠ درجه همان ٣٠ درجه سانتیگراد تلقی شود.

در هر یک از معادله فوق چهار دمای پایه که به ترتیب ۱۰ درجه ، ۱۳ درجه ، ۱۵ درجه و ۱۸ درجه سانتیگراد می باشد، مورد بررسی قرار گرفت. دمای پایه بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات دانشمندانی با *نامهای Sachs (1977) و Onsinejad & Abak(1992)* انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب به تعداد ٣٦ معادله ریاضی برای محاسبه مجموع درجه حرارت لازم جهت رشد (SGDD) از طریق ترکیب ۹ فرمول با ٤ دمای پایه (٤×٩) برای هر یک از شرایط کشت ، کولتیوارها و سال بدست آمد. درداده های بدست آمده از هر معادله SGDD با تجزیه واریانس، اهمیت تفاوتهای بوجود آمده بین شرایط مختلف رشد، ارقام و سال ها بررسی گردید . همچنین ضریب متغیر (%CV) برای هر یک از معادلات، مورد محاسبه قرار گرفت .در این بررسی معنی دار نبودن اختلاف میانگین ها (F) وهمچنین پایین تر از ۱۳ درصد بودن مقدار ظریب تغییر (%CV) (Katherine et al., 1986) معیارهای لازم برای تعیین یک معادله مناسب و صحیح به منظور محاسبه SGDD ، در نظر گرفته شد. هر گاه مقدارهای F معنی دار باشد ، در این صورت چنان تفسیر می گردد که فرمول مذکور برای محاسبه SGDD مناسب نیست

نتایج

تحقیقات انجام شده درطی دو سال برای محاسبه مجموع حرارت لازم جهت رشد (SGDD) از طریق ٣٦ معادله در ارقام متفاوت هندوانه از زمان کاشت بذر تا زمان برداشت با استفاده از دماهای میانگین روزانه، پایه و حداکثر از طریق تجزیه واریانس وآزمون F و نیز درصد ضریب تغییر (%CV) ارزیابی گردید. ارزش های F حاصل از تجزیه واریانس و اهمیت آنها و نیز مقدار ضریب تغییر (%CV) برای ٣٦ معادله که مورد محاسبه قرار گرفته اند در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است . صرف نظر از دماهای پایه که مورد استفاده قرار گرفته اند ، معنی دار بودن F و ضرایب تغییر(%CV) بالا بین ۳۳ تا ۵۷ درصد که از فرمول های ٦، ۷ ، ۸ و ۹ بدست آمده نشان دهنده مناسب نبودن این فرمولها برای اندازه گیری SGDD می باشد. در رابطه با نتایج بدست آمده از فرمول شماره ۵ علی رغم مشاهده یک کا هش در مقدارهای F که بین ٣٤/٧ و ٧٨/٢ میباشند ، هنوز در سطح ۰.۱ درصد معنی دار بوده و ضرایب تغییر (%CV) نیز بین ٢٤ و٤١ درصد می باشد که بالاتر از رقم مرجع یعنی ۱۳ درصد است .

در تحقیقات سال نخست فرمول شماره ۲ که در آن دمای پایه ۱۸ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گرفت، بسیار رضایتبخش تر نتیجه داد. در سال دوم نیز فرمول های ۱ ، ۲ و ۳ مجدداً با استفاده از دمای ثابت پایه ۱۸ درجه سانتیگراد و همچنین فرمول شماره ۱ با استفاده از دماها ی پایه ۱۳ و ۱۵ درجه سانتیگراد، دارای ارزش F و ضرایب تغییر(CV) کمتری هستند. همچنان در سال دوم نیز با ارزیابی فرمول شماره ٤ ارزش F و CV پایین بدست آمده است . بر اساس آنچه در فوق ذکر شد زمانی که نتایج بدست آمده دو سال به عنوان یک مجموعه مورد ارزیابی قرار گیرند، می توان گفت که مناسب ترین دمای پایه ۱۸ درجه سانتیگراد خواهد بود.

میانگین نتایج بدست آمده در دو سال نشان میدهد که پایین ترین ضریب تغییر (CV٪) و مقدارهای F از فرمول شماره ۲ با استفاده از دمای پایه ۱۸ درجه سانتیگرادی بدست آمده است.

SGDD های محاسبه شده (درجه سانتیگراد/ روز) در طول مدت بین کاشت بذر و اولین برداشت با استفاده از فرمول شماره ۲ با ترکیب دمای پایه ۱۸ درجه سانتیگراد برای ۱۰ ژنوتیپ هندوانه که کشت آنها در شرایط گلخانه شیشه ای، تونل کوتاه و تونل بلند پلاستیکی صورت گرفته در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است.

با بررسی جدول شماره ٢ می توان خاطر نشان کرد که تفاوت بین مقدارهای SGDD در ارقام استفاده شده در آزمایش به دلیل متفاوت بودن ژنتیکی آنها از نظر زمان برداشت، بوجود آمده است.

کولیتورهای (رقم های زارعی) مورد آزمایش یک تفاوت در مقدارهای SGDD ازخود نشان دادن که بستگی به زمان برداشت آنها از نظر ژنتیکی دارد و مقدار SGDD در ارقام زودرس ٢٣٥ تا ٢٤٥ ، در ارقام میان رس ٢٥٠ تا٢٦٠ و دیر رس ها ٣٥٠ تا ٤٠٠ درجه سانتیگراد/ روز محاسبه شده است. از طرفی دیگر ، با توجه به اینکه برای یک رقم هندوانه طول مدت زمان (روز) کاشت بذر تا برداشت در شرایط مختلف کشت بسیار متفاوت بوده ولی مقدار SGDD همان رقم در شرایط مختلف کشت تقریبا مشابه هم بوده است. برای مثال ، تعداد روزهای بین کاشت بذر تا اولین برداشت در رقم Crimson Sweet بین ١٦٦ تا ١٧٧ روز در محیط کلخانه ١١٩ تا ١٥٠ روز در تونل بلند پلاستیکی و ١٢٤ تا ١٢٩ روز در تونل کوتاه پلاستیکی بترتیب در سالهای اول ودوم بوده است، ارزش SGDD برای رقم Crimson Sweet در همه شرایط کشت وسال ها بین ٢٨٨ تا ٣٢٦ می باشد. همچنین نتایج مشابه ای برای سایر ارقام بدست آمده است .

بحث

نتایج بدست آمده حکایت بر این امر دارد که زمان برداشت هندوانه می تواند با استفاده از مدل های ریاضی محاسبه گردد که در آن از دمای ثابت پایه بکار گرفته شده باشد . در این مطالعه طی دو سال معلوم گردید که مناسبترین دمای پایه برای هندوانه ١٨ درجه سانتیگراد بوده و فرمول برای محاسبه SGDD بشرح ذیل خواهد بود .

$$SGDD = \sum (TMAX \times TMIN)/2 - Tb$$

بشرطی که ٢/ TMAX + TMIN بزرگتر از Tb باشد . تفاوت اندک بوجود آمده بین نتایج دو سال حکایت بر این امر دارد که ممکن است در فرمول ها به تغییرات جزئی نیاز باشد، بخصوص عامل شدت نور و طول روز را می توان مورد توجه قرار داد ، تا دقت بیشتری در فرمول مد نظر گرفته شود . این نظر توسط دانشمندان دیگر برای محصول کاهو(Kristensen et al., 1985) و خیار(Akinci, 1995) مورد تائید قرار گرفته و با تاکید به اینکه فاکتور طول روز باید بعنوان یک عدد ثابت در فرمول SGDD ، مد نظر قرار گیرد. تفاوت هایی که در مجموع درجه حرارت لازم برای رشد (SGDD) در شرایط مختلف و سال ها دیده می شود ممکن است در واقع معنی دار نباشد. به دلیل اینکه اختلاف ١ الی ٣ روز تاخیر در برداشت میوه بر اثر ارزیابی ظاهری و فرضی در تعیین بلوغ فیزیولوژیکی هندوانه برای برداشت، ممکن است این فرق را بوجود آورده باشد.

References

Akinci,S., 1995. Determination of minimum growth temperature and effective sum growing degree days in cucumber , Ph.D. Thesis, University of Yuzuncu yil, Van.

Boswell, V.R., 1929. Factors influencing yield and quality of peas. Maryland Agr.Exp.Ssta.Bul.306

Caldwell,J.S., Culpepper , C .W .and Hutchins, M.C., 1947. Dehydrating sweet corn food packer 28 (13), 25,27,28, 1927

Dimeny, J., 1989. Possibilities of qualitative improvement in green bean cultivation. Hort . Abst. ,59, 1146.

Dodd, M., 1991. Thermal time assessment of suitable areas for navy bean (phaseolus vulgaris) production in the UK. Ann. App. Boil. 119, 521 – 531.

Katharine , B.P, wehner ,T.C., Johnson, G.L. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hort.Science 21,3,419 – 423.

Kristensen, S., Friis, E., Henriksen, K., Mikkelsen, S.A., 1985. Application of temperature sums in the timing of production of crisp lettuce. Acta Hort. 198,217– 225.
Lipari, U., Mauromikale, G., Cosentino, S., 1988. Validity of thermal unit summations for purposes of prediction in phaseolus vulgaris L cropped in Mediterranean environment. Acta Hort. 229, 321–331 .
Madariaga, F.J., Knott, J.E., 1951. Temperature summations in relation to lettuce growth. proc. Amer. Soc. Hort. Science, 147–152 .
Mikkelsen, A.A., 1981. predicting the date of harvest of vining peas by means of growing-degree-days models . Acta Hort. 122, 211-221.
Ney, B., Ture, O., 1993. Heat–unit-based description of the reproductive development of pea. Crop Sci. 33, 510–514.
Onsinejad, R. and Abak, K., 1992. Relationship between temperature and germination. Proceeding of First Turkish Horticultural congress , 11, 217–222 .
Perry, K. B., Wehner, T.C., 1990. Prediction of cucumber harvest date using a heat unit model. HortScience , 25 (4) , 405 – 406 .
Perry, K.B., Wehner, T.C., Johnson, G.L., 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest date using a heat unit model.
HortScience , 21 (3)419 – 423 .
Reate, A.N. and wittwer, S.H., 1952. The effect of temperature and photoperiod on the development of pean varieties . Proc. American Soc. Hort. Sci. 60:301– 310.
Sach, M. 1977. Priming of watermelon seeds for low temperature germination. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 102, 2, 175–178.

Table 1 . The SGDD values , their F test results and CV values obtained from the 36 equations .

A	B	F Values		%CV		A	B	F Values		%CV	
		1st year	2nd year	1st year	2nd year			1st year	2nd year	1st year	2nd year
1	10	16.0***	12.6***	19	14	6	10	416.3***	193.1***	57	42
	13	7.4**	0.2 n.s.	16	2		13	386.4***	196.5***	56	43
	15	18.5***	1.1 n.s.	30	6		15	365.4***	200.8***	55	44
	18	31.1***	3.4 n.s.	56	20		18	337.5***	210.0***	53	46
2	10	170.2***	57.7***	45	24	7	10	391.8***	196.5***	57	42
	13	97.6***	30.0** *	38	19		13	362.5***	198.7***	56	43
	15	49.9***	9.8 ***	30	12		15	345.3***	203.6***	55	44
	18	1.8 n.s	4.1 *	8	10		18	317.8***	210.3***	54	46
3	10	171.1***	62.0***	46	25	8	10	327.0***	201.4***	56	43
	13	104.9***	35.3***	38	21		13	298.4***	204.4***	55	44
	15	61.1***	15.0***	33	14		15	278.7***	207.3***	54	45
	18	7.2**	0.3 n.s.	15	2		18	251.6***	212.3***	53	47
4	10	151.1***	68.5***	45	27	9	10	192.2***	207.2***	51	43
	13	93.5***	42.1***	39	22		13	114.8***	211.9***	48	44
	15	58.9***	22.9***	34	18		15	152.9***	217.3***	49	45
	18	18.9***	4.9*	25	11		18	134.5***	224.9***	49	47
5	10	72.6***	78.2***	41	28						
	13	56.1***	74.4***	35	26						
	15	39.7***	43.1***	33	24						
	18	34.7***	41.5***	41	30						

A: Formula number *****: singnificant at 0.1 % level** **** : significant at 1 %level**

B: Base temperature ($^{\circ}C$) *** : Significant at 5 % level** **n.s : not significant**

Table 2. The SGDDs (°C/day), their F test results and the %CV values obtained by the formula 2 using the 18°C base temperature.

Varieties	SGDD Values						
	Greenhouse		High Tunnel		Low Tunnel		
	1st year	2nd year	1st year	2nd year	1st year	2nd year	Average
R. Cutie	237	191	255	231	262	242	236
E. Star	232	229	243	231	265	239	240
S. Chaser	252	221	248	237	262	237	243
Rubin	225	234	244	230	265	234	239
Panonia	250	243	251	251	265	242	250
Fabiola	265	240	251	259	273	253	257
B. Sweet	431	348	366	397	381	346	378
H. Karasi	-	303	-	304	-	339	315
C. Sweet	326	288	289	288	294	294	297
S. Baby	264	219	250	233	262	241	245
Average	276	252	250	266	262	241	258

	1st year	2nd year
F	**7.23****	**0.20 n.s.**
%CV	**15.38**	**2.36**

DETERMINATION OF A SUITABLE FORMULA FOR THE CALCULATION OF SUM GROWING DEGREE DAYS (SGDD) IN WATERMELON (Citrullus lanatus (Thunb.) Mansf.)

R. ONSINEJAD (1) and K. ABAK (2)

1- Department of Horticulture , Faculty of Agriculture , University of Islamic Azad, Rasht.

2-Department of Horticulture , Faculty of Agriculture , University of Cukurova , 01330 Adana , Turkey

Abstract

The purpose of this study was to explore the possibility of adaptation to watermelon of the temperature sum methods by the calculation of the Sum Growing Degree Days (SGDD), which was already used successfully in other crops. In the experiments , ten watermelon cultivars which express various degrees of earliness were used. These genotypes were sown at various dates and the experiments were carried out for two successive years. Variations in the daily temperatures were created under different growing conditions i.e. greenhouse, high tunnel, and low tunnel. The duration of the period from sowing to harvesting dates as well as temperatures encountered were recorded, for all the experiments. All the total SGDDs were calculated by three different models using the temperatures of three daily maximums i.e. 30˚C, 32˚C and 35˚C and four bases i.e. 10˚C, 13˚C, 15˚C, and 18˚C, being 36 equations altogether. The F test was applied to the data obtained and CVs were calculated. The formula, i.e.

SGDD=Σ (Tmax + Tmin) / 2-Tb, (Tmax + Tmin)/2) >Tb,

Using 18˚C as the base temperature (Tb) was determined to be the most suitable for the calculation of the SGDDs from sowing to harvesting dates in the watermelon, compared to the rest.

Keywords : Watermelon, Sum Growing Degree Days, base temperature, maximum temperature