نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۷۳-۲۷۰

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 270-273

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی رابطه بین نرخ رشد و نمو کنه تارتن ترکستانی *Tetranychus turkestani* (Acari : Tetranychidae) و دما با استفاده از مدل‌های دمایی

زریر سعیدی [۱*]- علیرضا نعمتی [۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۷/۲۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۷

چکیده

رشد و نمو بندپایان به وسیله دما تحت تاثیر قرار می‌گیرد. شناخت رابطه بین دما و نرخ رشد و نمو از جنبه‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی اهمیت دارد. در این تحقیق رابطه نرخ رشد و نمو کنه تارتن ترکستانی (*T. turkestani*) در ۶ دمای ثابت (۱۵ ، ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ ، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۵ درصد و دوره نور – تاریکی ۱۶ به ۸ ساعت مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های نرخ رشد ونمو با مدل مناسب برازش داده شد. بر اساس معیارهایی مانند ضریب تعیین تصحیح شده (R^2)، مجموع مربعات مانده (SSR) و پارامترهای زیستی برآورد شده توسط مدل، از بین یک مدل خطی و ۱۱ مدل غیر خطی، شامل مدل‌های لوگان ـ ۶، لوگان ـ ۱۰، شارپ و دی میشل، تایلور، لامب-۱و۲، هیلبرت و لوگان، بریر ـ ۱و۲، لاکتین ـ۱و۲، مناسب‌ترین مدل (R^2= ۰ / ۹۹۶ و SSR=۰/۰۰۰۲۲) برای توصیف پارامترهای بیولوژیکی مراحل تخم تا بلوغ کنه تارتن دولکه‌ای مدل بریر ـ۲ انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: آستانه‌دما، پارامترهای زیستی، دمای بهینه، کنه تارتن دولکه‌ای، مدل

مقدمه

رشد و نمو بندپایان تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی به ویژه درجه حرارت قرار دارد بنابراین شناخت آستانه‌های حرارتی پایین و بالا، دامنه حرارتی و دمای بهینه برای رشد و نمو امری ضروری است. از سوی دیگر درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل غیر زنده است که با تاثیر در میزان رشد و نمو، دینامیسم جمعیت کنه‌ها و حشرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲). همچنین آستانه حرارتی پایین رشد و مجموع درجه ـ روز مورد نیاز، از دیرباز برای برآورد مدت زمان رشد و نمو در بندپایان مورد استفاده قرار گرفته است (۷ و۸). اگرچه در برخی از منابع، رابطه دما و نرخ رشد و نمو به صورت خطی بیان شده است اما سینر و همکاران (۸) معتقدند که مفهوم درجه ـ روز با رابطه خطی بین نرخ رشد و نمو و درجه حرارت برای مطالعه جمعیت در شرایط مزرعه که نوسانات دمایی زیادی وجود دارد، قابل استفاده نیست. به علاوه تعدادی از روابط غیرخطی نیز همین ویژگی را دارند به‌طوریکه در محدوده‌های حرارتی بالا و پایین میزان خطای آنها نسبتا زیاد است (۱، ۶ و ۸). خصوصیات حرارتی بندپایان بر اساس نوع گونه، مرحله زیستی، مناطق جغرافیایی، جمعیت‌ها و عوامل اکولوژیکی دیگر تفاوت دارند (۲). بنابراین مطالعه این ویژگی‌ها برای جمعیت‌های حشرات و کنه‌هایی که به عنوان آفت مطرح بوده و یا قابلیت خسارت‌زایی دارند، لازم و ضروری است. مطالعات انجام شده در مورد رشد و نمو بندپایان در ارتباط با درجه حرارت، معمولا در شرایط دمایی ثابت انجام شده است. از طرفی در محیطهای طبیعی درجه حرارت دارای نوسانات روزانه و فصلی نامنظم است لذا جهت تعیین پارامترهای مربوطه در این شرایط توسعه توابع رشدی ـ حرارتی لازم و ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به اینکه بررسی ویژگی‌های حرارتی جمعیت کمک شایانی در مدیریت کنترل آفات می‌نماید، لذا هدف از این مطالعه بررسی نرخ رشد و نمو مراحل مختلف زیستی آفت کنه تارتن ترکستانی در دماهای مختلف و مقایسه مدل‌های دمایی مختلف در برآورد نرخ رشد و نمو و تخمین پارامترهای زیستی آفت بوده است

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری
(*- نویسنده مسئول: Email: zarirsaeidi@yahoo.com)
۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مواد و روش‌ها

برای تشکیل کلنی، تعدادی برگ آلوده به *T. turkestani* از مزرعه بادنجان جمع آوری و روی گیاه بادنجان (رقم بلک‌بیوتی) در شرایط گلخانه با دمای ۵ ± ۲۵ °C، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۵ و دوره نوری ۱۶ به ۸ (روشنایی به تاریکی) به مدت دو ماه پرورش داده شد. پس از تشکیل کلنی، جهت انجام آزمایش‌های مربوطه ازکنه‌های ماده بارور استفاده شد

بررسی طول دوره رشد مراحل زیستی مختلف: آزمایش‌ها در ۶ دمای ثابت شامل (±۱) ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و۴۰ درجه سانتی-گراد، رطوبت نسبی ۱۰±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ به ۸ (روشنایی به تاریکی) در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳۰ تکرار در آنکوباتور انجام شد. دیسک‌های برگی گیاه بادنجان، رقم بلک بیوتی، درون ظروف پتری محتوی پنبه خیس، قرار داده شد و با استفاده از سلوکاتون (نوعی کاغذ شبیه دستمال کاغذی)، اتاقک‌های مساوی برای رشد کنه‌ها روی هر دیسک برگ، ایجاد شد. تعداد ۱ تا ۳ کنه ماده جفتگیری کرده در هر اتاقک گذاشته شد. دیسک‌های برگی درون آنکوباتور با شرایط دما و رطوبت معین قرار گرفتند. جهت اطمینان از تولید تمام تخم‌ها در یک دمای یکسان، ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش تمام تخم‌های تولید شده حذف شدند. ۶ ساعت بعد، با بررسی هر یک از اتاقک‌ها، درون هر کدام فقط یک تخم نگهداری شده و بقیه حذف شدند. بررسی تخم‌ها جهت تعیین نرخ رشد و نمو و بقاء برای تمام مراحل نابالغ (تخم، لارو، استراحت اول، پروتونمف، استراحت دوم، دئوتو نمف، استراحت سوم) در شبانه روز۳ بار مورد بررسی قرار گرفت و انتقال از یک مرحله زیستی به مرحله دیگر ومدت زمان مربوطه ثبت شد.

مدل‌های دمایی یا مدل‌های نرخ رشد و نمو: در این تحقیق یک مدل خطی و ۱۱ مدل غیر خطی مورد بررسی قرار گرفت. این مدل‌ها شامل مدل خطی، لوگان –۶، لوگان – ۱۰، شارپ و دی میشل، تایلور، لامب – ۱ و لامب –۲، هیلبرت و لوگان، لاکتین ۱و۲، بریر – ۱ و ۲ می‌باشند. برای ارزیابی دقت هر مدل دو معیار اصلی یعنی ضریب تعیین تعدیل شده (R^2) و مجموع مربعات مانده‌ها (SSR) مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر نرخ رشد و نمو مراحل زیستی مختلف که در آزمایشگاه به دست آمد. با استفاده از آزمون کای - اسکویر با مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل مناسب مورد مقایسه قرار گرفت.

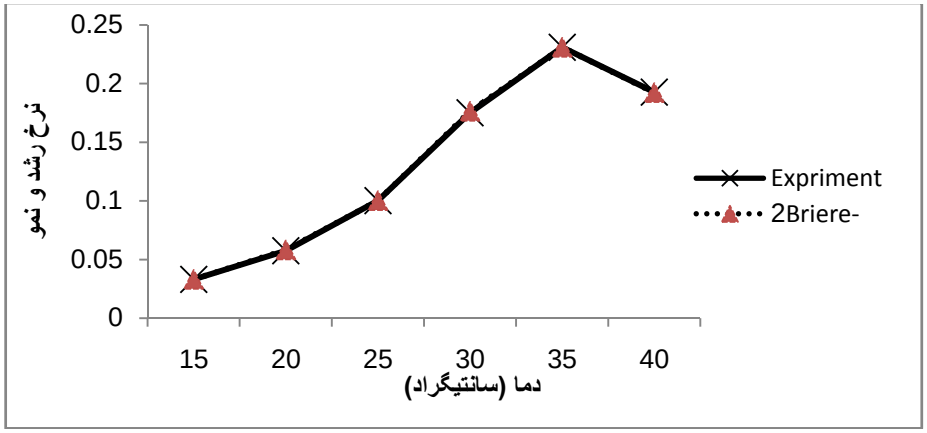
روش‌های آماری: طول مراحل مختلف رشد و نمو کنه ترکستانی در دماهای ذکر شده به کمک نرم‌افزار SAS مورد مقایسه قرار گرفت. نرخ رشد و نمو هر مرحله زیستی به صورت عکس مدت زمان رشد و نمو محاسبه شد. متوسط نرخ رشد و نمو در هر درجه حرارت برای برازش مدل‌های نرخ رشد (مدل‌های دمایی) استفاده شد. پارامترهای هر یک از مدل‌های غیر خطی با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات و روش مارکوارت و به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای Excel و Curve Expert مورد محاسبه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نرخ رشد و نمو مراحل نابالغ: کنه تارتن ترکستانی *T. turkestani* در دمای ۱۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد رشد و نمو یافت. متوسط مدت زمان لازم برای تکمیل دوره رشد از تخم تا شروع دوره بلوغ در دماهای (±۱) ۱۵ ،۲۰ ،۲۵ ،۳۰ ،۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۳۰/۳۲ ، ۱۸/۱۴ ،۹/۹۸ ، ۵/۷۱ ،۴/۳۳ و۵/۱۹ روز بود (جدول ۱). تجزیه واریانس داده‌های مربوطه ($P < ۰/۰۴$) نشان داد که دامنه دمایی ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد دماهای بهینه برای رشد ونمو مراحل نابالغ این گونه بودند.. در مطالعه تانیگوشی و همکاران (۹)، رشد و نمو کنه تارتن *T. mcdanieli* McGregor روی لوبیا را در دمای ۱۰ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند در حالی‌که در مطالعه روی و همکاران (۶) هیچ‌گونه رشدی در پایین‌تر از ۴ درجه سانتی‌گراد و بالاتر از 36^0C مشاهده نشد. این امر شاید به دلیل سازگاری متفاوت دو جمعیت نسبت به درجه حرارت باشد.

ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین مدل: برای کنه *T.turkestani* میزان ضریب تعیین تصحیح شده (R^2) در دامنه حرارتی مورد آزمایش از ۰/۷۱۷تا ۰/۹۹۹متغیر است (جدول ۲). میزان R^2 در مدل‌های خطی، لامب –۱و۲، هیلبرت و لوگان و شارپ ودی میشل به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۲، ۰/۷۱، ۰/۵۹ و ۰/۹۳ می‌باشد بنابراین این مدل‌ها، نرخ رشد کنه تارتن دو لکه ای رادر دامنه دمایی ۱۵تا ۴۰ درجه سانتی گراد به خوبی پیش‌بینی نمی‌کنند. از طرفی مقدار ضریب تعیین در مدل لوگان–۶ برابر ۰/۹۹ است اما با توجه به میزان SSR در این مدل (۷/۸۱۸) این مدل نیز برای پیش بینی نرخ رشد کنه تارتن ترکستانی مناسب نیست، بنابراین روی‌هم‌رفته در رابطه با کنه تارتن، مدل‌های لامب ۱و۲، خطی، شارپ ودی میشل، هیلبرت و لوگان و مدل لوگان–۶ رد می‌شوند. چون این مدل‌ها دارای دقت بالایی نیستند مدل‌های بریر–۱و۲، تایلور، لاکتین –۱و۲ و مدل لوگان–۱۰همگی ضریب تعیین بزرگتر از ۰/۹۵ دارند اما مدل لاکتین–۱ با توجه به میزان SSR مربوطه رد می‌شود. افزودن یک پارامتر به مدل بریر–۱ سبب افزایش دقت پیش‌بینی از ۰/۹۵ به ۰/۹۹ شده است. میزان ضریب تعیین در مدل بریر–۱، (۰/۹۵۲)، نسبت به مدل‌های پذیرفته شده کمتر بوده و جهت پیش‌بینی پارامترهای حرارتی در مقایسه با مدل‌های دیگر چندان مناسب نیست. در بین این مدل‌ها میزان مجموع مربعات باقی‌مانده در مدل بریر –۲، لوگان–۱۰، لاکتین–۲ و تایلور اختلاف قابل توجهی ندارند. بنابراین با توجه به

معیار های R^2 و SSR مدل‌های مذکور برای این منظور مناسب می‌باشند. اما جهت تعیین مدل باید به معیار های دیگر یعنی پارامترهای زیستی تعیین شده توسط هر مدل نیز توجه کرد (جدول ۱).



شکل۱- مقایسه نرخ رشد مراحل نابالغ کنه *T. turkestani* حاصل از آزمایش و برآورد شده توسط مدل برییر-۲

جدول۱- طول دوره (روز) مراحل مختلف زیستی گونه *T. turkestani* در دماهای (درجه سانتیگراد) مختلف

درجه حرارت / مراحل زیستی	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤٠
تخم	۱۳/۹±۰/۲۴	۷/۸۵±۰/۱۴	۴/۷۳±۰/۰۴۱	۲/۳۵±۰/۴	۱/۶۷±۱/۰۶	۱/۴۸±۰/۵۷
لارو	۳/۰۲±۰/۱۶	۲/۰۱±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۳	۰/۷۶±۰/۰۱	۰/۵۱±۰/۰۲	۰/۶۹±۰/۰۲۳
استراحت اول	۲/۴۱±۰/۰۷۳	۱/۶۸±۰/۰۲	۰/۷۵±۰/۰۱	۰/۴۹±۰/۰۱	۰/۴±۰/۰۱	۰/۴۵±۰/۰۱۳۹
پروتونمف	۲/۴۲±۰/۱۰۱	۰/۸۶±۰/۳۳	۰/۶۴±۰/۰۱	۰/۵۶±۰/۰۳	۰/۴۲±۰/۰۱۵	۰/۶۴±۰/۰۴
استراحت دوم	۲/۳۷±۰/۱۰۸	۱/۳۸±۰/۰۱	۰/۹۴±۰/۰۲	۰/۴۸±۰/۰۱	۰/۴۲±۰/۰۲	۰/۵۴±۰/۰۱۶
دئوتونمف	۲/۷±۰/۰۸	۱/۶±۰/۰۲	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۵۲±۰/۰۱۵	۰/۴۳±۰/۰۲۴	۰/۷۴±۰/۰۲۳
استراحت سوم	۳/۵±۰/۰۶	۱/۷۶±۰/۰۳	۱/۰۱±۰/۰۱	۰/۵۵±۱/۰۱	۰/۴۸±۰/۰۲۳	۰/۶۵±۰/۰۳
جمع کل	۳۰/۴۷۷	۱۸/۱۴	۹/۹۸۴	۵/۷۱	۴/۳۳	۵/۱۸۹

جدول ۲- مقایسه مقادیر ضریب تعیین تصحیح شده (R^2)، مجموع مربعات خطا (SSR) و تعداد پارامترهای برآورد شده توسط مدل‌های مختلف در کنه تارتن دولکه‌ای *T .turkestani*

نوع مدل	ضریب تعیین تصحیح شده (R^2)	مجموع مربعات خطا(SSR)	تعداد پارامتر
لوگان ـ ۶	۰/۹۹۸	۷/۸۱۷	۴
لوگان ـ ۱۰	۰/۹۹۵	۰/۰۰۰۷۶	۵
لاکتین ـ ۱	۰/۹۹۹	۰/۰۳۰۵	۳
لاکتین ـ ۲	۰/۹۹۳	۰/۰۰۸۶	۴
برییر ـ ۱	۰/۹۵۲	۰/۰۰۳	۳
برییر ـ ۲	۰/۹۹۶	۰/۰۰۰۲۲	۴
تایلور	۰/۹۹۲	۰/۰۰۰۵۷	۳
شارب و دیمیشل	۰/۹۳	۰/۱۳۵	۴
لامب ـ ۱	۰/۹۲	۰/۰۱۲۸	۴
لامب ـ ۲	۰/۷۱	۰/۱۲۷	۴
هیلبرت و لوگان	۰/۵۹	۳/۱۶۸	۵
خطی	۰/۹۳	۰/۰۰۴	۲

پارامترهای زیستی: مدل لوگان-۱۰، آستانه دمای پایین را بر آورد نمی‌کند. همچنین آستانه‌های حرارتی بالا و پایین توسط مدل تایلور برآورد نمی‌شود (جدول ۲). بنابراین در بین مدل‌های انتخاب شده، دو مدل لوگان-۱۰ و تایلور نیز حذف می‌شوند. دو مدل لاکتین-۲ و بریر-۲ دارای هر دو معیار انتخابی می‌باشند. وتخمین مشابهی نیز از آستانه دمایی بالا و دمای بهینه برای کنه تارتن ارایه می‌دهند بنابراین درستی و صحت پیش‌بینی آستانه دمای پایین به عنوان آخرین معیار برای انتخاب در نظر گرفته شد. آستانه حرارتی پایین توسط مدل‌های لاکتین-۲ و بریر-۲ قابل پیش بینی است (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، این پارامتر در مدل بریر-۲، به میزان ۹ درجه سانتیگراد برآورد می‌شود. در مدل لاکتین-۲، منحنی نرخ رشد، محور درجه حرارت را قطع کرده و در نقطه $Y=0$ مقدار دمای پایین برآورد می‌شود. در حالی‌که در مدل بریر-۲ تخمین آستانه حرارتی پایین به‌عنوان یکی از پارامترهای مدل بوده و در هنگام برازش آن با داده های نرخ رشد محاسبه می‌شود و این آستانه به خوبی و با دقت بیشتری توسط مدل بریر-۲ برای کنه تارتن پیش‌بینی می‌شود بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، مدل بریر-۲ رابطه نرخ رشد با حرارت را برای جمعیت کنه تارتن به بهترین نحو توجیه می‌کند و به طور رضایت‌بخشی دماهای بهینه وآستانه‌های حرارتی را برآورد می‌کند.

منابع

1- Helle W. and Sabelis M.W. 1985. Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control (Vol.A). Elsevier, Amesterdam, 406 pp.
2- Huffaker C.H., and Gutierrez A.P. 1999. Ecological Entomology, Second Edition. John Wiley and Sons , New York, 756 pp.
3- Liu S.S., Zhang G.M. and Zhu J. 1995. Influence of temperature variations on rate of development in insect: analysis of case studies from entomological literature. Annals of the Entomological Society of America, 88(2): 107-119.
4- Logan J.R., Wollkind D.J., Hoyp S.C. and Tanigoshi L.K. 1976. An analytic for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. Environmental Entomology, 5(6): 1133-1140.
5- Reveron J.M.A., and Browning H.W. 1995. Development and mortality of the citrus snow scale (Homoptera: Diaspididae) under constant temperature and relative humidity. Environmental Entomology, 24(5):1189 –1195.
6- Roy M., Brodeur J. and Cloutier C. 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus macdanieli* (Acari : Tetranychidae). Environmental Entomology, 31(1): 177-187.
7- Stinner R.E. 1974. An algorithm for temperature dependent growth rate simulation. Canadian Entomologist, 106: 519-524.
8- Stinner R.E., Butler G.D., Bachler J.S. and Tuttle C. 1975. Simulation of temperature dependent development in population dynamics models. Canadian Entomologist, 107: 1167-1174.
9- Tanigoshi L.K., Hoyt S.C.R., Browne W. and Logan J.A. 1975. Influence of temperature on population increase of *Tetranychus mcdaneili* (Acarina: Tetranychidae). Annals of the Entomological Society of America, 68 (6): 972 – 978.