اثر آلی جفت‌یابی در حشرات

زینب البرزی Zeynab.alborzi@ut.ac.ir
دانشجوی دکتری حشره‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

به‌طورکلی هر اجتماعی دارای تعدادی اختصاصات مربوط به واکنش‌های گروهی است که به آن‌ها کنش‌های مشترک گویند.

الف) گروه اول واکنش‌های هستند که بین افراد یک گونه رخ می‌دهد. این واکنش‌ها را واکنش‌های هوموتیپیک گویند (Homotypic Reactions).

ب) گروه دوم واکنش‌هایی هستند که بین افراد گونه‌های مختلف رخ می‌دهد. این واکنش‌ها را واکنش‌های هتروتیپیک گویند (Heterotypic Reactions).

انواع واکنش‌های هوموتیپیک

تأثیر گروه (Group Effect)

به تغییراتی اطلاق می‌شود که براثر گردهمایی دو یا چند فرد از افراد یک گونه به وقوع می‌پیوندد. درواقع در برخی از موجودات زنده، گروهی‌زیستن دارای اثرات مثبتی بر هر یک از افراد جمعیت است.

برخی از جانوران فقط هنگامی می‌توانند به‌صورت عادی زادوولد کنند و به زندگی خود ادامه دهند که به‌صورت جمعیت‌های پرتعدادی گرد هم درآیند. در مورد گله‌های فیل آفریقایی و گوزن دیده شده است برای ادامه‌ی حیات و افزایش تعداد باید به ترتیب گله‌های آن‌ها ۹۰ رأس و ۱۵۵ تا ۹۵۵ رأس باشد.

اصل الی (Allee)

کم بودن تعداد افراد یک گونه همانند زیاد بودن آن می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای برجمعیت افراد گونه داشته باشد. به همین دلیل است که بشر نمی‌تواند از انقراض نسل بعضی از گونه‌ها جلوگیری کند. از مزایای گروهی زیستن می‌توان به شرایط مناسب تولیدمثل، مبارزه با دشمنان طبیعی، به دست آوردن غذا و تکمیل فرآیندهای فیزیولوژیک در

خواستگاه کلمه (Origins of the Term)

طی استفاده، بهره‌برداری و حفاظت از جمعیت‌های بیولوژیکی این سؤال مطرح شد که حداقل تعداد لازم برای یک گونه که بتواند در طبیعت باقی بماند و منقرض نشود چقدر است؟
این سؤال زمانی مطرح شد که نرخ رشد هر فرد از یک گونه به‌عنوان عامل افزایش‌دهنده‌ی اندازه یک جمعیت است. امروزه بر هیچ‌کس پوشیده نیست که افراد برخی از گونه‌ها از زیستن در کنار هم نفع می‌برند که این نتایج، حاصل کار گروهی آلی Warder Clyde Allee W.C. Allee بوده است.
او نشان داد که رشد ماهی‌های قرمز در آبی که قبلاً حاوی ماهی قرمز بودند سریع‌تر از آبی است که فاقد ماهی بوده‌اند.
آزمایش‌های بیشتر با سایر گونه‌ها نشان داد که بزرگ‌تر بودن اندازه یک گروه یا درجاتی از ازدحام در یک جمعیت ممکن است محرکی برای تولیدمثل باشد و منجر به افزایش بقا شود و همچنین جمعیت را در برابر عوامل نامطلوب و ناسازگار محیطی محافظت نماید.
او این پدیده‌ها را در قالب یک همکاری خودکار می‌دید و معتقد بود اثرات حضور تعداد حیوانات حاضر در یک جمعیت، اصول بیولوژیکی اساسی را بیان می‌کند.
مشابه این مشاهدات توسط داروین هم دیده شده بود و بیان کرده بود که زیاد بودن تعداد افراد یک گونه نسبت به تعداد دشمنان طبیعی‌شان برای حفظ بقای آن‌ها الزامی است. کاهش شایستگی (Fitness) یا رشد جمعیت در فراوانی کم نیازمند توجه بسیار زیادی در زمینه‌ی حفاظت ژنتیکی است.

تعریف

اگرچه که آلی این اثر را به‌طور کامل تعریف نکرده است اما می‌توان آن را به‌عنوان یک رابطه‌ی مثبت بین هر جز از برازش فردی و تعداد یا تراکمی از افراد همنوع تعریف کرد.
این اصل زمانی اتفاق می‌افتد که شایستگی هر فرد در یک جمعیت کوچک یا پراکنده کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که اندازه‌ی جمعیت یا تراکم آن نیز کاهش می‌یابد. درواقع این اثر یک همکاری مثبت بین میانگین مطلق برازش فردی و اندازه جمعیت در طول فاصله‌ی زمانی محدود است.
چنین همکاری مثبتی ممکن است اندازه‌ی جمعیت را به زیر سطح جمعیت بحرانی ببرد که در این حالت جمعیت نمی‌تواند مقاومت کند و رو به انقراض می‌رود. دو گروه از مفاهیم مهم مرتبط با این اثرات را Component Demographic Allee effect و Allee effect Strong – Weak تشکیل می‌دهند.
مکانیسم‌های متعددی برای این اصل پیشنهاد شده است که در جدول ۱ به آن‌ها اشاره می‌شود.

اثرات آلی Component – Demographic

اثرات آلی Component به رابطه‌ی مثبت بین هر جز قابل‌اندازه‌گیری از برازش یک فرد یا تراکم یا تعداد افراد هم نوع آن تخصیص داده می‌شود.
به‌بیان‌دیگر این اثر به شکل کاهش در Component of Fitness، به همراه کاهش در اندازه یا تراکم جمعیت تعریف می‌شود.
برای مثال گیاهانی که در تراکم‌های پایین رشد می‌کنند، مقدار کمتری دانه‌ی گرده دریافت کرده و ازاین‌رو مقدار دانه‌ی کمتری نیز تولید می‌کنند.
کاهش در احتمال یافتن حشره‌ی ماده با کاهش تراکم جمعیتی افراد نر در قالب اثر آلی Component تعریف می‌شود و بیشتر به اثر آلی Mate-finding بازمی‌گردد (شکل ۱a). اثر آلی Component شکلی از وابستگی به تراکم مثبت است و بررسی Component of Fitness به طرز مثبتی تحت تأثیر اندازه یا تراکم جمعیت است.
نقطه‌ی مقابل این اثرات، اثرات آلی Demographic هستند که به وابستگی به تراکم مثبت بازمی‌گردند که در تمامی سطوح برازش دیده می‌شوند و به‌صورت نرخ سرانه‌ی رشد جمعیت اندازه‌گیری می‌شوند و به‌صورت کاهش در نرخ رشد سرانه به همراه کاهش در اندازه جمعیت تعریف می‌شوند (شکل b ۱).
برای مثال جمعیت‌های کوچک از پروانه Melitaea cinxia (Lepidoptera: Nymphalidae) در نرخ‌های بسیار پایین رشد می‌کنند که علت این امر کاهش توانایی افراد ماده برای یافتن افراد نر است. باید در نظر داشت که رقابت برای منابع و مکان، اندازه‌ی جمعیت را محدود می‌کند و در حالتی که اندازه‌ی جمعیت کوچک است، نرخ سرانه‌ی رشد برابر با میانگین مطلق برازش فردی است.

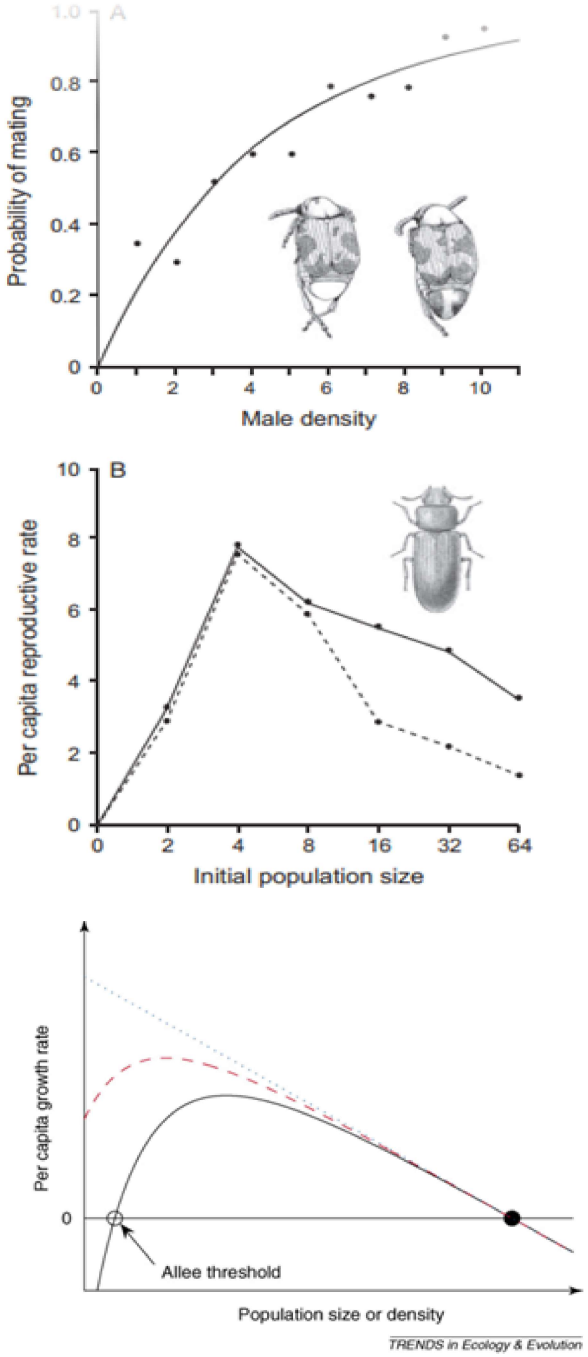
جدول ۱: مکانیسم‌های اصلی که منجر به شکل‌گیری اثر آلی می‌شوند.

Mechanism	How it works	Examples
Component Allee effects in reproduction		
(1) Mate finding	Harder to find a (compatible and receptive) mate at low population size or density	Cod *Gadus morhua*; queen conch *Strombus gigas*; Glanville fritillary butterfly; alpine marmot *Marmota marmota*
(2) Broadcast spawning	Harder for sperm and egg to meet at low population density	Crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci*; sea urchins
(3) Reproductive facilitation	Individuals less likely to reproduce if not perceiving others to reproduce, the situation more probable in small populations	Whiptail lizards; snail *Biomphalaria glabrata*; queen conch; many colonial seabirds
(4) Pollen scarcity	Decreased pollinator visitation frequencies in small or sparse populations; lower probability of compatible pollen on pollinator at low plant density; lower probability of pollen grain to find stigma in wind-pollinated plants	Haleakala silversword *Argyroxyphium sandwicense*; smooth cord grass *Spartina alterniflora*
(5) Cooperative breeding	Breeding groups less successful in producing and/or rearing young when small	African wild dog *Lycaon pictus*
Component Allee effects in survival		
(6) Cooperative anti-predator behaviour	Prey groups less vigilant and/or less efficient in cooperative defence when small; fleeing small groups confuse predators less easily	Meerkat *Suricata suricatta*; desert bighorn sheep *Ovis canadensis*; African wild dog
(7) Predator dilution (predator satiation or swamping)	As prey groups get smaller or prey populations sparser, individual prey vulnerability increases	Cod; meerkat; crown-of-thorns starfish; woodland caribou *Rangifer tarandus caribou*
(8) Allee effect through exploitation	When exploitation rates do not decrease as fast as the exploited population, the probability of an individual being caught increases	Potentially any commercially important species; currently debatable in many marine species
(9) Anthropogenic Allee effect	Rare species considered more valuable suffer enhanced exploitation and hence become more rare	Related to activities including collecting, trophy hunting, luxury products or exotic pets acquisition
Allee effects in reproduction and/or survival		
(10) Foraging efficiency	Ability to locate food, kill prey or overrule kleptoparasites decline in small foraging groups and can, in turn, reduce individual survival and/or fecundity	African wild dog; black-browed albatross *Thalassarche melanophris*
(11) Environmental conditioning	Amelioration of environmental stress through large numbers via many specific mechanisms, such as more efficient social thermoregulation (marmots) or improved winter ice resistance (mussels)	Alpine marmot; ribbed mussel *Geukensia demissa*; bark beetles; fruit fly *Drosophila melanogaster*; alpine plants
(12) Cultivation effect	Fewer adult fish imply higher juvenile mortality; fewer adult urchins worsen settlement success and feeding conditions of their young, and lessen protection from predation	Cod; many freshwater fish species; sea urchins
Genetic Allee effects		
(13) Sampling effect and genetic drift	Reduced number of beneficial alleles, accumulation of detrimental mutations, and/or reduced evolutionary potential in small populations	Herb *Ranunculus reptans*; Florida panther *Felis concolor coryi*
(14) Inbreeding	Increased selfing rate and/or number of matings between close relatives in small populations	Herb *R. reptans*; marsh gentian *Gentiana pneumonanthe*

اثرات آلی Strong – Weak

اثرات آلی دموگرافیک خود به دو گروه ضعیف و قوی تقسیم‌بندی می‌شوند. اثرات آلی که منجر به شکل‌گیری اندازه‌ی جمعیت بحرانی می‌شوند را اثرات Strong و اثراتی را که جمعیت‌های بحرانی را سبب نمی‌شوند اثرات Weak گویند که این اثرات خواه ضعیف یا قوی باشند به تقابل قدرت عوامل وابسته به تراکم مثبت (مکانیسم اثر آلی) و عوامل وابسته به تراکم منفی (رقابت درون‌گونه‌ای) دارد. اثرات آلی دموگرافیک به‌وسیله‌ی روابط Humped- shape بین سرانه‌ی نرخ رشد و اندازه یا تراکم جمعیت مشخص می‌شوند (شکل ۲). نرخ رشد در جوامعی با اندازه‌ی کوچک یا تراکم پایین، منفی است. اندازه یا تراکمی از جمعیت را که نرخ رشد آن منفی است را آستانه‌ی آلی گویند که در آن جمعیت آن‌قدر کاهش می‌یابد که رو به انقراض می‌رود. درواقع آستانه‌ی آلی یک سطح تعادل دموگرافیک ناپایدار است که در حضور اثرات آلی قوی رخ می‌دهد و اندازه‌ی هر جمعیت زیر این آستانه باشد رو به انقراض می‌رود.زمانی که سرانه‌ی

نرخ رشد مثبت می‌ماند و فاقد آستانه‌ی انقراض است اثر آلی ضعیف تلقی می‌شود. نکته‌ی مهم نشان دادن رشد جمعیت است که این رشد ممکن است برای جمعیت‌های کوچک (اثرات آلی دموگرافیک ضعیف) مثبت و زمانی که اندازه‌ی جمعیت به زیر سطح آستانه آلی کاهش می‌یابد (اثرات آلی دموگرافیک قوی)، منفی شود.



شکل ۱. مثالی از اثرات آلی Demographic و Component در حشرات.
a) اثر آلی جفت‌یابی در سوسک چینی حبوبات Callosobruchus chinensis؛ تراکم افراد نر همان تعداد افراد نر به ازای هر ۲۱۰۰ cm است.
b) اثرات آلی دموگرافیک در شپشه‌ی آرد Tribolium castaneum؛ در جمعیت‌های کوچک سرانه‌ی نرخ تولیدمثل با کاهش اندازه جمعیت کاهش می‌یابد. برای جمعیت‌های بزرگ‌تر که بیش از چهار فرد دارند وابستگی به تراکم منفی مشاهده می‌شود و نرخ تولیدمثل با افزایش اندازه‌ی جمعیت کاهش می‌یابد. اندازه‌ی جمعیت همان تعداد اولیه‌ی افراد بالغ به ازای ۳۲ میلی‌گرم آرد است.

شکل ۲. ارتباط بین سرانه‌ی نرخ رشد جمعیت و اندازه‌ی جمعیت برای حالت وابستگی به تراکم منفی (خط نقطه‌چین)، اثرات آلی Weak (خط تیره)، اثرات آلی Strong(خط پر).
در اثرات ضعیف یا قوی آلی جایی که وابستگی به تراکم مثبت بر وابستگی به تراکم منفی (رقابت درون‌گونه‌ای) غلبه کند، رابطه در تراکم پایین اندازه جمعیت مثبت است.

کوچک بودن اندازه‌ی هر جمعیت به تعداد افراد در آن جمعیت و یا کم بودن تعداد افرادی است که در واحد سطح در آن جمعیت بازمی‌گردد. علت کاهش احتمال یافتن جفت در یک جمعیت با کاهش تراکم آن جمعیت، به اصل جفت‌یابی آلی بازمی‌گردد. این نوع از اثر آلی در گروه اثرات آلی Component قرار می‌گیرد. احتمال یافتن جفت با در نظر گرفتن شایستگی (برازش) اجزا (Component Fitness)، تحت بررسی دقیق قرار می‌گیرد. سایر انواع اثرات آلی Component در نتیجه‌ی کاهش تولیدمثل یا بقا در تراکم‌های پایین و توسط مکانیسم‌های متعددی رخ می‌دهد؛ (برای مثال تنظیم دما در موش‌خرما (Marmot)، از بین بردن شکارگرها در کلنی مرغان دریائی (Sea Bird) و همکاری‌های تولیدمثلی در سگ‌های وحشی آفریقائی (African Wild Dogs) اثرات آلی Component با کاهش تراکم جمعیت منجر به کاهش نرخ سرانه‌ی رشد شده که درنهایت سبب منفی

علل بررسی روابط بین تراکم جمعیت و موفقیت در جفت‌یابی

برخی محققان بیان کردند بیشترین مطالعات صورت گرفته در زمینه‌ی اثرات آلی مربوط به بندپایان خشکی‌زی است که بیشترین آن‌ها حشرات هستند. متداول‌ترین مکانیسم‌های شناخته‌شده در این زمینه به اثرات آلی Strong Demographic Allee Effects (دارای نرخ رشد منفی در تراکم‌های پایین) و اثر آلی جفت‌یابی (Mate Finding) اختصاص دارد که یک فرایند همیشگی در دو سطح فرد و جمعیت هستند.

حشرات به‌عنوان کلیدی‌ترین موجودات اکوسیستم کشاورزی هستند و پاسخ آن‌ها در برابر کوچکی اندازه‌ی جمعیت، همواره یک سؤال مهم برای اکولوژیست‌های کاربردی به شمار می‌رود. اولین مورد درباره‌ی حشرات مربوط به نقش آن‌ها به‌عنوان گرده‌افشان‌ها و شرایط مهیا شده توسط آن‌ها در اکوسیستم است که بسیار حائز اهمیت است و انقراض یا کاهش جمعیت آن‌ها بسیار هشداردهنده است.

دومین مورد، اینکه حشرات گیاه‌خوار می‌توانند خسارت‌های قابل‌توجهی را به محصولات زراعی وارد کنند که دستکاری در فعالیت جفت‌یابی در استراتژی مدیریت آفات بسیار موفق بوده است.

سوم اینکه بسیاری از حشرات، پارازیتوئید و شکارگر سایر آفات هستند و از این منظر اساس و بنیاد کنترل بیولوژیک به‌شمار می‌روند و در زمان بدو ورود آن‌ها به یک محیط جدید، سایر دشمنان طبیعی می‌توانند به‌عنوان یک گلوگاه باریک برای جلوگیری از استقرار آن‌ها عمل کنند.

اثرات آلی جفت‌یابی به‌عنوان یک مکانیسم آسان برای استقرارنیافتن یک جمعیت شناخته شده است. هدف از این مطالعه بررسی روابط بین تراکم جمعیت و موفقیت در جفت‌گیری و مشکلات یافتن جفت در تراکم‌های جمعیتی پایین است. موفقیت در یافتن جفت یک عامل دومتغیره است که یک جز آن فرد ماده و جز دیگر آن جفت‌گیری یا جفت‌گیری نداشتن است که کوچک بودن جمعیت دسترسی به جفت مناسب را برای هر دو جنس محدود می‌کند.

چگونه تراکم جمعیت روی موفقیت در جفت‌یابی اثرگذار است؟

تا زمانی که هیچ فرد نری در محیط وجود نداشته باشد احتمال جفت‌گیری هم صفر می‌شود و احتمال یک جفت‌گیری موفق با کاهش تراکم جمعیت کاهش می‌یابد و بالعکس موفقیت در جفت‌یابی باید با افزایش تراکم جمعیت افزایش یابد تا زمانی که تراکم جفت‌ها آن‌قدر زیاد شود که جفت¬یابی را تضمین کند. وابستگی موفقیت جفت‌یابی به تراکم با توزیع فضایی افراد نر و ماده، نسبت جنسی، حرکت و جابجایی و نوع رفتار جفت‌یابی تغییر می‌کند.

معادلات متعددی در رابطه با احتمال جفت‌گیری افراد ماده نسبت به تراکم افراد نر و ماده ارائه شده است که این معادلات دارای چندین ویژگی مشخص هستند

۱. یک فرد ماده در صورت حضور نداشتن فرد نر هیچ شانسی برای جفت‌گیری ندارد.

۲. احتمال جفت‌گیری افراد ماده با افزایش تراکم افراد نر به‌صورت یکنواخت افزایش می‌یابد.

در این مدل‌ها جستجو برای یافتن جفت یک فرایند تصادفی است، ازاین‌رو احتمال برخورد یک فرد ماده با حداقل یک فرد نر در زمان (T) از توزیع پواسون پیروی می‌کند.

$$P=1-e^{-M\theta} \qquad (۱)$$

طبق این معادله M تراکم افراد نر و θ عدد ثابتی از رابطه‌ی تراکم افراد نر و یافتن جفت است. تفسیر ارائه‌ی θ بر این واقعیت استوار است که استفاده از مدل پواسون بر این امر دلالت دارد که میانگین تعداد رخدادهای جفت‌گیری به ازای هر فرد ماده می توانند به‌صورت $M\theta$ بیان شود که θ می‌توانند به منطقه‌ی جستجو شده توسط افراد نر در زمان T بازگردد و یا ممکن است در قالب $\theta = 2V\delta$ بیان شود که V(m h\1) سرعت جستجوی افراد نر وδ(m)فاصله‌ای که برای یافتن جفت طی می‌شود است.

شکل a۳ نشان‌دهنده‌ی اثر تراکم جمعیتی بر احتمال جفت‌یابی، با فرض در نظر گرفتن جستجوی تصادفی و ۳ فاصله‌ی متفاوت جستجو برای جفت است (معادله ۱). اگر فاصله‌ی برخورد جفت‌ها پایین باشد، احتمال جفت‌یابی افراد ماده با کاهش تراکم جمعیت کاهش می‌یابد و اثر آلی جفت‌یابی رخ می‌دهد.

اگر که افراد نر و ماده یکدیگر را در فواصل بالا به‌راحتی پیدا کنند، طبق تعریف در مدل نمایی منفی شامل اثر آلی جفت‌یابی می‌شوند اما ممکن است در تراکم جمعیت کنونی ظاهر نشود (شکل a۳، خطوط نقطه‌چین).

اگر نرخ جستجو بین افراد مختلف در یک جمعیت متفاوت باشد، احتمال جفت‌یابی افراد ماده به شکل دیگری بیان می‌شود.

$$P = \frac{M}{M + \beta^2} \qquad (۲)$$

که طبق این معادله $\beta = 1/\theta$ است و θ میانگین مساحت جستجو شده در واحد زمان است.β همچنین به‌عنوان تراکم افراد نر هم تفسیر می‌شود که در آن با نیمی از افراد ماده جفت‌گیری کرده‌اند.

در عمل نتیجه هر دو مدل مشابه است و تنها سلیقه و ترجیح شخصی استفاده از هر یک از دو مدل را تعیین می‌کند.

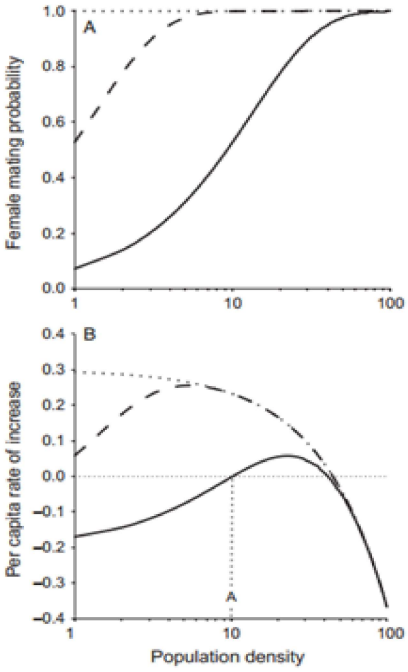
اثرات آلی جفت‌یابی و مدیریت جمعیت آفات

روش‌های پژوهشی متعددی در زمینه‌ی استفاده اثر آلی جفت‌یابی برای مدیریت جمعیت آفات صورت گرفته است. در اینجا سه روش از مدیریت جمعیت آفات را بررسی می‌کنیم

۱) رهاسازی مقدار زیادی از فرومون‌های جنسی در محیط به‌منظور ایجاد اختلال در جفت‌یابی در جمعیت حشرات

۲) رهاسازی حشرات نرعقیم

۳) استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک برای جمعیت‌های طغیانی و ناخواسته آفات در شرایطی که اثر آلی منجر به آسیب رساندن به عامل کنترل بیولوژیک پیش از استقرار آن در محیط هدف می‌شوند.



شکل۳. تأثیر مسافت جفت‌یابی بر موفقیت جفت‌گیری و رشد جمعیت.
۳ فاصله برای جفت‌یابی در نظر گرفته شده است. ۰٫۰۷۵m=Θ (خطوط نقطه‌چین)، ۰٫۷۵m (خطوط تیره)، ۷٫۵m (خطوط پر)، مقادیر سایر پارامترها شامل سرعت (v = ۱-m h ۱)، زمان (T = h ۱)، نرخ تولد (b = ۰٫۵)، نرخ مرگ‌ومیر (d = ۰٫۲)، ظرفیت محیط (H = ۳۰) و نسبت جنسی (M = ۲/N) در نظر گرفته شده است.
(A): احتمال برخورد افراد نر و ماده vs، تراکم جمعیت N، توسط مدل رشد نمایی منفی پیش‌بینی شده است.
(B). وابستگی به تراکم در رشد جمعیت زمانی که احتمال جفت‌یابی از مدل رشد نمایی منفی پیروی می‌کند. مسافت‌های کوتاه جفت‌یابی هیچ‌گونه اثر دموگرافیک را نشان نداد (خطوط نقطه‌چین)، مسافت‌های طولانی اثر دموگرافیک ضعیف (خطوط تیره) و یا قوی (خطوط پر) را نشان دادند. اثرات آلی قوی از طریق آستانه آلی قابل‌تشخیص هستند (A: آستانه آلی).

Sexual confusion

اگر یک جمعیت مهاجم یا به‌بیان‌دیگر یک جمعیت ناخواسته اثرات آلی را تجربه کند، ممکن است بتواند در فرایندهای اساسی فعالیت کند و آستانه‌ی آلی را افزایش دهد (محدوده‌ی اندازه جمعیت منجر به انقراض می‌شود). افزایش فراوانی منبع فرومون مصنوعی، منجر به افزایش کوچکی در سرانه‌ی نرخ جمعیت می‌شود و سبب شکل‌گیری و افزایش آستانه‌ی آلی خواهد شد. از آنجایی‌که جمعیت‌هایی با اثر آلی دموگرافیک ضعیف که در حالت طبیعی اندازه جمعیتش را تا حد ظرفیت محیط افزایش می‌دهد، ممکن است در اثر ترکیب اثرات آلی ضعیف و جفت‌یابی و ورود جلب‌کننده‌ها به محیط رو به انقراض رود اما ذکر این نکته ضروری است که در نبود اثرات آلی جفت‌یابی، تمام ماده‌های جفت‌گیری کرده و پویایی جمعیت، الگوی رشد لجستیک کلاسیک را با یک تعادل پایدار تا حد ظرفیت محیط جمعیت ادامه می‌دهد.

حشرات نرعقیم

رهاسازی حشرات نرعقیم نیز برای کنترل جمعیت‌های تهاجمی و ناخواسته حشرات استفاده می‌شود. در این تکنیک تنها افراد ماده بارور در نرخ تولد در جمعیت‌ها شرکت می‌کنند که این امر سبب شکل‌گیری اثر آلی دموگرافیک می‌شود.

معرفی عوامل کنترل بیولوژیک

تعیین تعداد بهینه‌ی دشمنان طبیعی خارجی لازم برای ورود به یک محیط امری ضروری در وارد سازی عامل کنترل بیولوژیک محسوب می‌شود. اهمیت این مسئله به این دلیل است که واردسازی عامل کنترل بیولوژیک به دلیل کوچک بودن جمعیت اولیه ممکن است ناموفق باشد و به شکست منجر شود.
یکی از علت‌های این امر این است که جمعیت واردشده توسط اثر آلی دچار تلفات می‌شود. در همین راستا رابطه‌ی بین فاصله و محدوده‌ی جفت‌یابی و اندازه‌ی جمعیت بحرانی اولیه توسط هاپر و راش (۱۹۹۳) پیشنهاد شد.
آن‌ها یک مدل واکنش- انتشار (Reaction- Diffusion) را با استفاده از دو جنس ارائه دادند. در این مدل نقش جفت‌یابی افراد در پویایی جمعیت را که از یک نقطه‌ی واحد رهاسازی شده بوده‌اند را بررسی کردند. آن‌ها احتمال جفت‌یابی افراد ماده را با پیروی از مدل نمایی منفی در نظر گرفتند (معادله ۱).
دو پیش‌بینی مهم از این مدل برای علت شکست در جفت‌گیری مشتق شد

۱) با افزایش فاصله از نقطه‌ی رهاسازی اولیه، فراوانی حشرات ماده‌ی جفت‌گیری کرده نیز با شیب تندی کاهش یافت.

۲) تعداد بحرانی افراد ماده واردشده به محیط نسبت به مسافت و فاصله‌ی جفت‌یابی حساس هستند. این مدل نقطه شروعی برای پیش‌بینی استراتژی رهاسازی بهینه است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه چگونگی تأثیر رفتارهای فردی جفت‌یابی در تولیدمثل جنسی حشرات بر پویایی جمعیت را نشان داد. این رفتارها می‌توانند به‌عنوان پایه‌ای برای توسعه استراتژی‌های مدیریت آفات باشد.

اثرات آلی جفت‌یابی به‌عنوان یک عامل کاهنده در موفقیت جفت‌گیری، به همراه کاهش اندازه‌ی جمعیت تعریف می‌شود که می‌تواند توسط مدل‌های ساده و کارایی که در آن ویژگی‌های هر فرد مثل مسافت جستجو شده توسط فرد نر و سرعت آن فرموله شود. اثرات آلی یک چارچوب نظری مناسبی را برای اتصال رفتارهای فردی به پویایی جمعیت مهیا کرده است. کشف و درک اثرات آلی دموگرافیک بسیار سخت و مشکل است و علت این امر ضرورت جمع‌آوری داده‌های بسیار زیاد از یک جمعیت در یک مدت‌زمان طولانی است.

اختلال در جفت‌یابی یا استفاده از نرعقیمی ممکن است ریشه‌کنی حشرات آفت مهاجم را تسریع بخشد اما از طرف دیگر سایر گونه‌های آفات عاملی برای اثرات آلی جفت‌یابی هستند.

در این مطالعه مدل‌ها یک رابطه‌ی جامع و اساسی را بین اثرات آلی جفت‌یابی و اثرات الی دموگرافیک با ایجاد تغییرات و دستکاری در احتمال موفقیت در جفت‌یابی از طریق روش‌هایی چون نرعقیمی، اختلال در جفت‌یابی و استفاده از جلب‌کننده‌های فرومونی بیان می‌کنند. برای مثال افزایش تراکم جلب‌کننده‌های جنسی، شدت اثرات آلی جفت‌یابی را افزایش می‌دهد که به‌موجب این امر شدت اثرات آلی دموگرافیک هم افزایش می‌یابد. از روش اختلال در جفت‌یابی و ارزیابی شدت جفت‌یابی و اثرات آلی دموگرافیک می‌توان برای بهبود بخشیدن به روابط بیولوژی جمعیتی و مدیریت جمعیت بهره برد و فرایندهای فردی و جمعیتی را در تراکم جمعیتی پایین به یکدیگر نزدیک خواهد کرد.

منابع

1. Allee WC (1931) Animal Aggregations. The University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

2. Berec L, Angulo E & Courchamp F (2007) Multiple Allee effects and population management. Trends in Ecology and Evolution –185 :22 191.

3. Berec L, Boukal DS & Berec M (2001) Linking the Allee effect, sexual reproduction, and temperature-dependent sex determination via spatial dynamics. American Naturalist 230–217 :157.