

## سیستم دفاعی سخت پوستان و تأثیر محرک‌های سیستم ایمنی بر آن

بابک قائدنیا

b\_ghaednia@ifro.ir

پژوهشکده میگوی کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

### مقدمه

اندک ولی مداوم بر آبی می‌گذارند، در دست نیست. در مزارع پرورش میگو به منظور کنترل بیماری‌های میگو، از آنتی بیوتیک‌های گوناگونی استفاده می‌شود. روش سنتی دیگر استفاده از مواد شیمیایی برای پیشگیری یا درمان بیماری‌ها است. در این رابطه باید در نظر داشت که چنین ترکیباتی برای درمان اغلب بیماری‌ها مفید نیستند. بسیاری از بیماری‌های شدید در میگو توسط ویروس‌ها ایجاد می‌شوند که ترکیب شیمیایی مناسبی برای درمان آنها در دسترس نمی‌باشد. استفاده برخی از داروها، مخصوصاً آنتی بیوتیک‌ها، ممکن است موجب بروز مقاومت در باکتریها یا افزایش باقی‌مانده بافتی در محصول نهایی شوند. بسیاری از بیماری‌های میگو در واقع حالت ثانویه‌ای می‌باشند که به دنبال شرایط نامناسب محیطی شکل می‌گیرند و لذا حذف عوامل بیماری‌زا از طریق دارو، نمی‌تواند نامطلوب محیطی را که عامل اصلی بروز بیماری است، را بر طرف نماید.

در طی روند تکامل، دو مکانیسم دفاعی درونی برای مقابله با عوامل عفونت‌زا شکل گرفته است که عبارتند از ایمنی ذاتی (طبیعی) و ایمنی اکتسابی (سازگار). سیستم ایمنی ذاتی را در تمامی جانوران پرسلولی می‌توان یافت؛ این سیستم شامل عوامل سلولی (Cellular) و همورال (Humoral) می‌باشد. مهمترین مکانیسم‌های ایمنی

مدیریت درست و آگاهانه محیط زیست میگو در سلامت میگوها بسیار حیاتی و ارزشمند است. بیماری‌های ویروسی خطرناکی چون لکه سفید صنعت پرورش میگو را تهدید می‌نمایند. اگر چه مطالعات بسیاری بر روی رابطه محیط زیست میگو و بیماری انجام شده است، ولی دانسته‌های ما از مکانیسم‌های اختصاصی در این زمینه بسیار اندک است. امروزه در سیستم‌های مدیریتی، تلاش بر این است که استخرهای پرورش میگو دارای بلوم (شکوفایی پلانکتونی) مناسبی بوده و همچنین میزان مواد مغذی در حد مطلوبی باقی بماند؛ افزون بر این، فاکتورهایی مانند آمونیاک و سولفید هیدروژن نیز به میزان مناسبی باشد. اما متأسفانه این سیستم مدیریتی برای جلوگیری از بروز مشکل در مزارع پرورشی میگو چندان کارآمد نیست.

میگوهای موجود در یک استخر پیش از آنکه از عوامل مضر کلینیکی آسیب ببینند، از شرایط نامناسب محیطی دچار استرس می‌شوند. لذا در یک سیستم مدیریتی کارآمد، باید در ابتدا شرایط محیطی مناسب و پایداری را برای استخرها تعریف کرد. امروزه اطلاعات زیادی از استرس‌های موجود در یک استخر در دست می‌باشد ولی اطلاعات چندان از شرایط نامناسبی که اثرات نامطلوب

زمینه هموسیت‌های آنها، موجب شده است که دسته‌بندی هموسیت‌ها بر اساس مرفولوژی آنها، عمل بسیار دشواری باشد.

داشتن یک پوشش کوتیکولی سخت، که حاوی ترکیبات ضد میکروبی نیز می‌باشد، سد فیزیکی مناسبی

**میگوهای موجود در یک استخر پیش از آنکه از عوامل مضر کلینیکی آسیب ببینند، از شرایط نامناسب محیطی دچار استرس می‌شوند. لذا در یک سیستم مدیریتی کارآمد، باید در ابتدا شرایط محیطی مناسب و پایداری را برای استخرها تعریف کرد.**

محسوب می‌گردد که می‌توان آن را به عنوان دفاع خارجی در سخت‌پوستان دانست. هموسیت‌ها نقش بسیار مهم و کلیدی در دفاع درون بافتی ایفاء می‌کنند. اگر چه تا کنون طبقه‌بندی جامعی برای هموسیت‌های سخت‌پوستانی همچون میگوها انجام نشده و در این زمینه اختلاف‌هایی وجود دارد، ولی سه گروه مختلف سلولی به طور کلی توصیف شده است؛ این سه گروه سلولی عبارتند از:

۱- سلولهای شفاف، که کوچکترین سلول‌ها بوده و نسبت هسته به سیتوپلاسم در آنها بیشتر از سایر سلولهاست و گاهی تعداد اندکی گرانول در درون سیتوپلاسم آنها در آنها دیده می‌شود.

۲- سلولهای دانه‌دار بزرگ، که بزرگترین سلول‌ها بوده و هسته آنها کوچکتر از سلولهای شفاف می‌باشد و سیتوپلاسم آنها مملو از گرانول است.

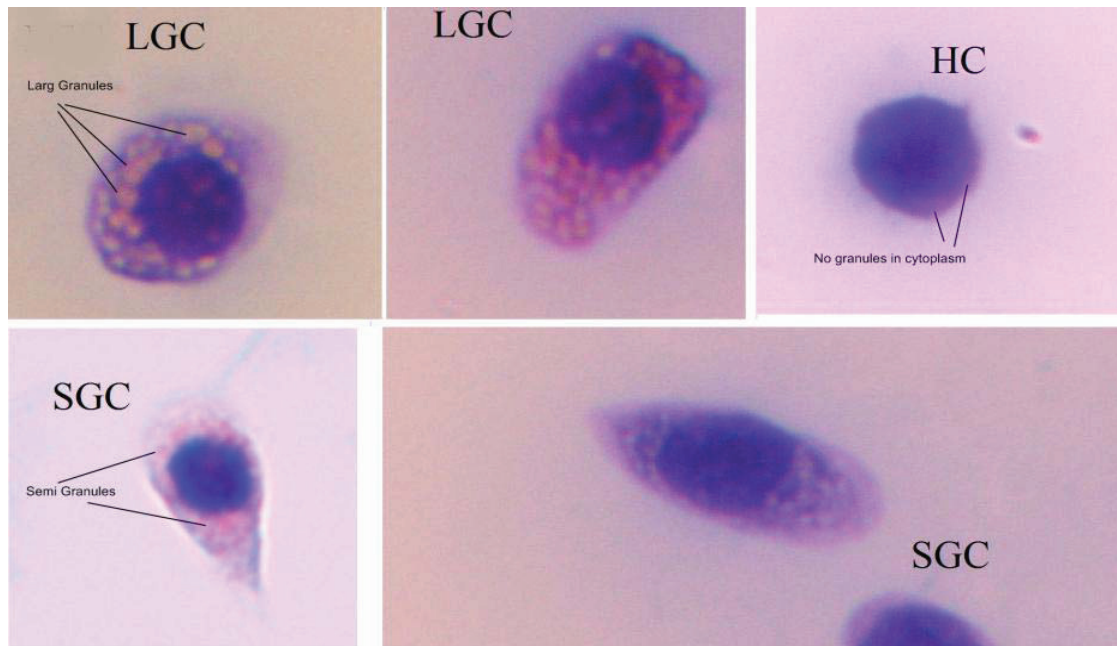
۳- سلولهای دانه دار کوچک، که از نظر اندازه، بین سلول‌های شفاف و گرانولار می‌باشند.

سلولی در مواجهه با میکروارگانیسم‌های مهاجم عبارتند از فاگوسیتوز، کپسوله شدن، سایتوتوکسیسیتی (Cell-Mediated Cytotoxicity) و لخته شدن.

فاکتورهای ایمنی همورال مانند پروتئین‌های لخته شونده، آگلوتینین‌ها (مثل لکتین‌ها)، آنزیم‌های هیدرولیتیک و پپتیدهای ضد میکروبی، اغلب به همراه ایمنی سلولی تولید شده و فعالیت می‌نمایند. از نظر فیلوژنی، ایمنی اکتسابی جوان‌تر بوده و فقط در مهره‌داران یافت می‌شود و بواسطه سلول‌های لمفوسیتی عمل می‌کند.

اگر چه در توصیف سیستم ایمنی بی‌مهرگان اغلب ذکر می‌شود که آنها واجد سیستم ایمنی ساده‌تری نسبت به مهره‌داران می‌باشند ولی سیستم ایمنی آنها بسیار کارآمد و پیچیده است. بی‌مهرگان تقریباً در تمامی زیستگاه‌های موجود در کره زمین زندگی می‌کنند و این به آن معناست که آنها قادرند از عهده مبارزه و مقابله با طیف وسیعی از پاتوژن‌ها برآیند. بقاء و تکامل بی‌مهرگان در طی میلیون‌ها سال دلیلی بر کارایی سیستم دفاعی آنها می‌باشد.

مطالعات وسیعی بر روی سیستم ایمنی مهره‌داران صورت گرفته است که منجر به شناسایی انواع سلولهای خونی و دسته‌بندی‌های گوناگون بر اساس کارایی‌های ایمونولوژیک و یا مرفولوژیک شده است. علاوه بر این جداسازی، خالص‌سازی و شناسایی پروتئین‌های دفاعی، بسیاری از عملکردهای سیستم ایمنی را مشخص کرده است. تنوع بسیار زیاد بی‌مهرگان و دانش اندک ما در



تصویر ۱- انواع هموسیت، HC سلول‌های شفاف؛ LGC سلول‌های دانه‌دار بزرگ و SGC

سلول‌های دانه‌دار کوچک (تصویر از Kakoolaki et al., 2011)

می‌کنند. فرآیند لخته شدن، ترکیبات بیگانه را به دام انداخته و از سردرگمی هموسیت‌ها جلوگیری می‌نماید. سیستم فعال کننده پرو فنل اکسیداز (proPO) نیز به طور بسیار وسیعی در سخت پوستان مورد بررسی قرار گرفته است. پروتئین‌های سیستم proPO نقش بسیار مهمی در شناسایی غیرخودی، ارتباط بین هموسیت‌ها با یکدیگر و همچنین تولید ملانین بازی می‌نماید. برای این منظور به محض فعال شدن و خارج شدن proPO غیر فعال از هموسیت‌ها، تحت تاثیر آنزیم فعال کننده پروفنل اکسیداز (PPA) فعال شده و آنزیم فنل اکسیداز (PO) تولید می‌شود که باعث اکسیداسیون مرحله به مرحله فنل و تبدیل آن به ترکیباتی بنام کوئینون‌ها می‌گردد (Söderhäll et al. 1996; Söderhäll and Cerenius, 1992). که در نهایت ملانین که یک رنگدانه تیره رنگی است، تولید می‌شود. ملانین رنگدانه‌ای به رنگ

اولین و ضروری‌ترین فرآیند دفاع درونی، شناسایی میکروارگانیسم‌های مهاجم می‌باشد که توسط هموسیت‌ها و پروتئین‌های پلازما انجام می‌شود. مهمترین پروتئین‌های دفاعی که از میگوهای خانواده پنائیده جداسازی و شناسایی شده‌اند عبارتند از:

- ۱- پروتئین متصل شونده به  $\beta$  ۱ و ۳ گلوکان.
- ۲- پروکسی نکتین (Proxinctin).
- ۳- بازدارنده کازال (Kazal inhibitor).
- ۴- ترانس گلوتامیناز.
- ۵- پروتئین لخته شونده.
- ۶- proPo.

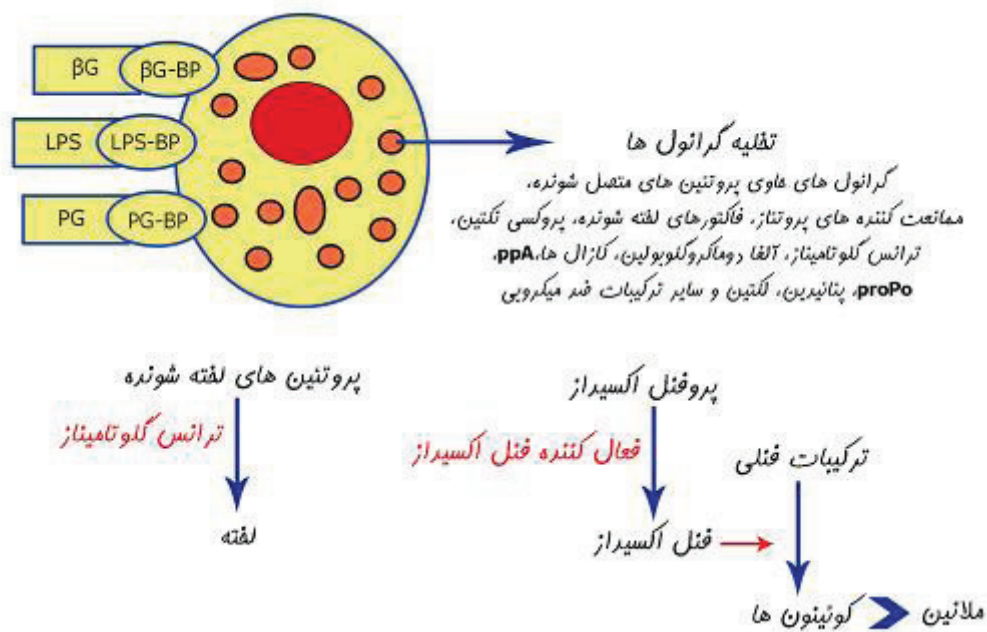
پس از شناسایی مواد بیگانه، هموسیت‌ها با ترشح مواد شیمیایی سایر هموسیت‌ها را به محلی که تهاجم اتفاق افتاده است فرا می‌خوانند که این فرآیند باعث بروز التهاب می‌گردد و شبیه به فرآیندی است که در مهره‌داران دیده می‌شود. باز بودن سیستم چرخش خون، سیستم دفاعی سریع و کارآمدی را طلب می‌نماید که واکنش‌های زنجیره‌ای بیگانه‌خواری نقش مهمی را در این زمینه ایفاء

پراکسیدازی، موجب کشتن میکروارگانیسم مهاجم می‌شود.

فاگوسیتوز عبارت است از بلعیده شدن ذرات بیگانه کوچک توسط سلولهای خاص. در هموسیت‌های میگو نیز مانند سلولهای خونی مهره‌داران، هموسیت‌ها پس از بلعیدن ذرات بیگانه، موجب مرگ ذرات بیگانه می‌شوند. اگر مقادیر فراوانی از ذرات بیگانه وارد بدن میگو شوند و یا اینکه ذرات بیگانه وارد شده به اندازه‌ای بزرگ باشند که یک هموسیت نتواند آن را بلعد، چندین هیتوسیت با یکدیگر همکاری کرده و میکروب‌ها را محاصره می‌کنند که به این دو پدیده به ترتیب تشکیل ندول و کپسوله کردن گفته می‌شود (Soug and Hsieh, 1994).

قهوه‌ای تیره می‌باشد که با محاصره کردن عوامل بیماریزا از تماس آنها با میزبان جلوگیری می‌نماید. مکانهای ملانیزه را می‌توان اغلب بر روی سطح یا در زیر کوتیکول سخت‌پوستان مشاهده کرد.

فاکتور مهم دیگری که در سیستم PO شرکت می‌کند، پرکسی‌نکتین (Proxinectin) می‌باشد. این ترکیب دو عملکرد متفاوت شامل اتصال سلولی و فعالیت پراکسیدازی دارد. پروکسی‌نکتین مربوط به سخت‌پوستان در هموسیت‌ها سنتز می‌شود و در شرایطی که هموسیت‌ها به صورت غیر فعال می‌باشند در گرانول‌ها ذخیره می‌گردد (Johannson, 1999). در صورت تحریک شدن هموسیت‌ها، پروکسی‌نکتین آزاد شده و در خارج سلول فعال می‌گردد. اتصال سلولی در کنار خاصیت



تصویر ۲- نمای شماتیک از مهمترین فاکتورهای مربوط به سیستم دفاعی سخت پوستان

نیز بندرت اطلاعات جامع و کاملی در این خصوص در اختیار محققان قرار می‌دهند. یک تحریک کننده مناسب

انتخاب یک ترکیب مناسب با خاصیت تحریک‌کنندگی سیستم ایمنی کاری بسیار دشوار بوده و مطالعات علمی

- باید به راحتی استفاده شود و برای میزبان سمی نباشد یا سمیت آن اندک باشد. محرک های سیستم ایمنی را می توان به طور کلی در پنج گروه دسته بندی کرد:
- (۱) باکتریهای زنده  
 (۲) باکتریهای کشته شده (باکترین یا آنتی ژن باکتریایی)  
 (۳) گلوکانها
- (۴) پپتیدوگلیکانها  
 (۵) لیپوپلی ساکاریدها (LPS).
- بنابراین استفاده پیشگیرانه از محرک های سیستم ایمنی باید به منظور فعال کردن سیستم ایمنی ذاتی باشد و از این رو فرض بر این است که محرک های سیستم ایمنی موجب تقویت جانور و فعال کردن مکانیسم های مقابله کننده می شود.

### منابع

- Bachene E. (2000) Shrimp immunity and disease control, *Aquaculture*, 191, 3-11.
- Johansson MW, Holmblad T, Thornqvist PO, Cammarata M, Parrinello N, Söderhäll K. (1999) A cell-surface superoxide dismutase is a binding protein for peroxinectin, a cell-adhesive protein in crayfish. *J Cell Sci*;112:917-25.
- Kakoolaki S, Soltani M, Ebrahimzadeh Mousavi H A, Sharifpour I, Mirzargar S, Afsharnasab M. (2011) The effect of different salinities on mortality and histopathological changes of SPF imported *Litopenaeus vannamei*, experimentally exposed to White Spot Virus and a new differential hemocyte staining method. *IJFS*. 10 (3): 447-460.
- Klein J. (1997) Homology between immune responses in vertebrates and invertebrates: does it exist?. *Scand J Immunol*.46: 558-64.
- Sanchez, A., Pascual, C., Sa'nchez, A., Vargas-Albores, F., Le Moullac, G., Rosas, C. (2001) Hemolymph metabolic variables and immune response in *Litopenaeus setiferus* adult males: the effect of acclimation, *Aquaculture*. 198, 13- 28.
- Soderhall, K. and Cerenius, L. (1992). Crustacean immunity. *Annual Review of Fish Diseases*, 2, pp. 3- 23.
- Soderhall, K., Cerenius, L. and Johansson, M. W. (1996). The prophenoloxidase activating system in invertebrates. In: Soderhall, K., Iwanaga, S. and Vasta, G. R. (editors). *New Directions in Invertebrate Immunology*, SOS Publications, Fair Haven, pp. 229-253.
- Song, Y. L. and Hsieh, Y. T. (1994). Immunostimulation of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hemocytes for generation of microbicidal substances: analysis of reactive oxygen species. *Developmental and Comparative Immunology* 18, 201-209.