

#### نگاه نو

### برخورد نزدیک از جنس کیهانی

**نگاهی به فیلم «برخورد نزدیک از نوع سوم»**



**عبدالرضا نامر مقدسی**

**متخصص مغز و اعصاب**

● استیون اسپیلبرگ یکی از نوایغ و استادان بلامنازع در عرصه فیلم‌سازی است. همه فیلم‌های او شاهکاری به شمار می‌آید و هر یک نه‌فقط تحولی در عالم سینما، بلکه در بیان حقایق و تفکراتی است که می‌تواند انسان را عمری به خود مشغول دارد. دو فیلم او یعنی «برخورد نزدیک از نوع سوم» و «فرامینی» فیلم‌هایی هستند که به موضوع بحث‌های ما مرتبط هستند و این یادداشت و یادداشت بعدی به بررسی این دو فیلم اختصاص داده خواهد شد. اما از خوانندگان دعوت می‌کنم همه فیلم‌های اسپیلبرگ را ببینند. از «گزارش اقلیت» و «هوش مصنوعی» گرفته تا «فهرست شیندر» همه و همه به عمیق‌ترین مفاهیم انسانی می‌پردازند. اسپیلبرگ در عین حال نشان داده است اولویت‌های زمانه خود را می‌شناسد. فیلمی همچون «هوش مصنوعی» بسیار زودتر از هر کسی به بحث درباره پدیده‌ای می‌پردازد که اکنون دغدغه همه متفکران است. فیلم «برخورد نزدیک از نوع سوم» ششمین فیلم اسپیلبرگ و محصول سال ۱۹۷۷ است. او که با فیلم «آرواره‌ها» به موفقیت بزرگی در گیشه دست یافته بود، در این فیلم به تجربه متفاوتی دست می‌زند. باید توجه داشت در زمان ساخت این فیلم گزارش‌های زیادی از گوشه و کنار دنیا مبنی بر دیدن یوفوها و ارتباط با بیگانگان فضایی منتشر می‌شد. خیلی از این گزارش‌ها را ریبودن آدمیان نیز صحبت می‌کرد. اما اسپیلبرگ گرچه محوریت بحث خود را همین یوفوها و مشاهده آنها می‌گذارد، اما کمکی عمیق نرفته و نوعی ارتباط کیهانی را بین انسان‌های فضایی و انسان‌های زمینی توصیف می‌کند؛ ارتباطی که مهم‌ترین پیام این فیلم به شمار می‌آید. فیلم با گزارشاتی از دیدن یوفوها شروع می‌شود؛ گزارشاتی که دانشمندان در پی درک حقیقت آن هستند و دانشمندی فرانسوی مسئول رمزگشایی و بررسی آنها می‌شود. اما در ورای این جست‌وجوی علمی، نوعی رابطه الهام‌آمیز و عجیب بین این موجودات فضایی و انسان‌های زمینی اتفاق می‌افتد. دانشمند فرانسوی پیامی به‌صورت موسیقی دریافت می‌کند که مختصات منطقه‌ای را که قرار است فضایی‌ها در آنجا به دیدار آدمیان بیایند، اعلام می‌کند. از سوی دیگر، چند نفر از مردم عادی در الهامات عجیب خود متوجه همان مکان می‌شوند. آن مکان که اکنون منطقه ممنوعه اعلام شده، کوهی است که به‌شدت از سوی ارتش و دانشمندان تحت نظر قرار گرفته است. اما این باعث نمی‌شود جیلان و روی -دو نفر از قهرمانان اصلی فیلم- خود را به آنجا نرسانند؛ مکانی که قرار است دیداری بین انسان‌ها و فرازمینی‌ها اتفاق بیفتد؛ دیداری که در قاموس یوفوشناسی با عنوان «برخورد نزدیک از نوع سوم» شناخته می‌شود. وقتی فرازمینی‌ها به مکان مورد نظر می‌رسند، نوعی ارتباط آوایی و موسیقایی بین آنها و انسان‌ها برقرار می‌شود. سپس آنها با دوستی تمام، دواطلبانی را سوار بر یوفو کرده و با خود می‌برند. هیچ‌گونه تهدید و آدم‌ربایی رخ نمی‌دهد، بلکه ارتباطی عمیق بین انسان‌های زمینی و فضایی برقرار می‌شود و این‌گونه آنها مجذوب هم می‌شوند. «برخورد نزدیک از نوع سوم» بیان یک ارتباط کیهانی و فراتر از ذهنیت محدود انسان‌ها با هم است. در فیلم این‌طور به نظر می‌رسد که برقراری ارتباط بین انسان‌های فضایی و زمینی، نمی‌تواند برخوردی عادی باشد زیرا انکار جنس آگاهی و تفکر آنها از یک نوع نیست. ما این موضوع را در تلاش برای برقراری ارتباط بین انسان‌های فضایی و دانشمندان از طریق ایجاد نور و آوا شاهد هستیم. اما در همین صحنه طزنی نیز وجود دارد. دانشمندان چندان در برقراری ارتباط موفق نیستند و ارتباط آنها از این آواهای نوری و صداهای موسیقایی فراتر نمی‌رود. ارتباط و تعامل نزدیک به شیوه دیگری رخ می‌دهد؛ ارتباطی که توضیح آن اصلا مقدور نیست. نوعی الهام که مبنای آن باید فراتر از درک انسان باشد. موضوعی بسیار مهم که از جنبه مطالعات «ستی» یا همان جست‌وجو برای تمدن‌های فرازمینی قابل تحلیل است. سستی تا مدت‌های دراز بر اساس جست‌وجوی پیام‌های کیهانی به وسیله رادیوتلسکوپ‌ها انجام می‌شده است. دانشمندان

را جست‌وجو در فضا به دنبال پیام‌های احتمالی‌ای بوده‌اند که بیگانگان برای ما ارسال کرده‌اند. این نوع جست‌وجو به قدری تکرر می‌آید که ما شیوه فکری بیگانگان را شبیه خودمان می‌دانستیم؛ واقعیتی که اکنون در پژوهش‌های ستی زیر سؤال رفته است. اکنون دانشمندان به دنبال این هستند شیوه تفکر بیگانگانی که احتمالا تمدنی بسیار پیشرفته‌تر از ما دارند را درک کنند. این موضوع عمیقا مورد توجه قرار گرفته که بیگانگان فضایی شاید از روش‌هایی برای تماس استفاده کنند که به هیچ وجه قابل درک و توضیح برای ما نباشد دقیقا مانند روشی که اسپیلبرگ در فیلم خود به تصویر می‌کشد. این فیلم گرچه قدیمی است، اما ارزش دیدن را دارد؛ فیلمی که روابط جدیدی را در عرصه کیهانی توضیح می‌دهد.



**محمدحسین جهان‌پناه**

**روزنامه‌نگار و مروج علم**

نمایشگاه هوایی پاریس، بزرگ‌ترین رویداد صنعت هوا و فضای امسال، شانزدهم تا بیست‌وسوم ژوئن با حواشی فراوانی در محل همیشگی خود واقع در فرودگاه لوپوزره پاریس برگزار شد. نمایشگاه امسال که پنجاه‌وسومین دوره از برگزاری این نمایشگاه دوسالانه به شمار می‌رفت به‌خصوص به خاطر هم‌زمانی با پنجاهمین سالگرد سفر به ماه و داغ‌شدن برنامه ناسا برای بازگشت به قمر زمین حال‌وهوای دیگری داشت. در بعد هوانوردی هم نمایشگاه پر بود از ایده‌های جدید و جاه‌طلبانه‌ای که در آرزوی تحقق رؤیای پرواز هواپیماهای الکتریکی، فراصوت و خودروهای پرنده هستند. به علاوه فرانسه و ترکیه هم طرح‌هایی برای ساخت هواپیماهای جنگنده جدید با خود آورده بودند. اما شاید شاخص‌ترین خبر نمایشگاه رقابت کم‌فروغ ایرباس و بوئینگ بود.

##### رقابت کم‌فروغ

امسال نمایشگاه پاریس در شرایطی شروع شد که بحران ناشی از زمین‌گیرشدن ناوگان هواپیماهای بوئینگ ۷۳۷ سری مکس در پی وقوع دو سانحه هوایی همچنان ادامه داشت. سوانحي که به علت وجود نقصی در یکی از سیستم‌های جدید این هواپیماهای جدید بازمی‌گردد. سیستمی که بوئینگ تا پیش از این اطلاعات و آموزش کافی برای کار با آن را در اختیار بسیاری از مشتریان خود نگذاشته بود. این بحران با وجود گذشت چند ماه همچنان به قوت خود باقی است و سایه این ماجرا در جریان نمایشگاه هوایی هم به خوبی حس می‌شد، تا حدی که بوئینگ برخلاف انتظار در روز اول نمایشگاه حتی یک قرارداد یا توافق‌نامه جدید برای سفارش هواپیما هم امضا نکرد آن هم در حالی که ایرباس از امضای قراردادی برای بیش از صد هواپیما خبر داد. در روز دوم اگرچه بوئینگ سرانجام توانست سفارشی ۴۰۰فرودنی را به امضا برساند، اما همچنان نمایشگاه با فاصله‌ای چشمگیر زیر سایه پیروزی نه‌چندان شیرین ایرباس به پایان رسید. حقیقت این است که ظاهرا حتی ایرباس هم از شرایط کنونی پیش‌آمده برای بوئینگ چندان خوشحال نیست چراکه نگرانی بابت امنیت پروازی هواپیما عملا تاثیری دامنه‌دار روی تمامی صنعت هوایی دارد. در عین حال کاهش رشد اقتصادی جهانی و ادامه تنش‌های سیاسی میان قدرت‌های اقتصادی نیز در این کاهش سفارش احتمالا بی‌تقصیر نیست.

## علم

در نمایشگاه هوایی پاریس امسال چه خبر بود؟

## از زمین تا ماه



#### ایرباس‌های جدید

ایرباس امسال رسما دو هواپیمای جدید را با خود به نمایشگاه آورده بود. یکی A321XLR که جدیدترین عضو خانواده محبوب و موفق ایرباس ۳۲۰ به شمار می‌رود. هواپیمایی که قرار است با برد هشت‌هزارو ۳۰۰ کیلومتر یکی از دوربردترین هواپیماهای باریک‌پیکر (تک‌راهرو) دنیا باشد. هواپیمایی که احتمالا رقیب طرح آینده بوئینگ موسوم به NMA (با نام احتمالی ۷۹۷) خواهد بود. با این همه بوئینگ فعلا از رقیب احتمالی خود سخنی به میان نیاورده است. ستاره دیگر ایرباس در نمایشگاه هم ایرباس ۳۵۰ سری ۱۰۰۰ بود که برای اولین بار در نمایشگاه هوایی پاریس پرواز می‌کرد. بزرگ‌ترین گونه هواپیمای جدید و دوربرد ۳۵۰ به طول ۷۴ متر و با توانایی حمل ۳۴۶ مسافر در سه کلاس که در حال حاضر اصلی‌ترین محصول ایرباس در بازار هواپیماهای پهن‌پیکر شمرده می‌شود.

در حوزه تکنولوژی آینده پرواز و به‌خصوص هواپیماهای الکتریکی، کاهش آلایندگی هواپیماها و پرواز کاملا خودکار هواپیماها از جمله اصلی‌ترین مباحث مشترکی بود که می‌شد میان شرکت‌های مختلف حاضر در نمایشگاه پیدا کرد. به‌علاوه خودروهای پرنده و نقش حمل‌ونقل هوایی درون‌شهری در نمایشگاه پاریس حضوری پررنگ داشت. تا آنجا که بوئینگ رسما اولین پیش‌نمونه وسیله پرنده‌ای که در نهایت قرار است به نوعی خودروی پرنده منتهی شود را با خود به نمایشگاه آورده و مفصل در مورد چشم‌انداز توسعه آن صحبت کرد. ایرباس هم طرح واهانا (Vahana na) را با خود آورده بود. پرنده تمام‌الکترونیکی کوچکی با ظاهری ناآشنا، که مدل مقیاس کاملی از آن در محوطه وجود داشت. شرکت آمریکایی

#### قفسه

## تکامل عالم، تکامل انسان

**معرفی و بررسی کتاب «عالم درون»، اثر «نیل شوبین»**

**نیل شوبین**

**ترجمه: نیلوفر فشنگساز**

**و شادی حامدی آراد**

**نشر سده**

**۳۶هزار تومان**

رازِ پنهان در قلب دانش زیست‌شناسی وجود دارد. همه آنچه در سلول‌های ما هست و ما را تا این حد پیچیده کرده است، عامل محرکه‌ای داشته که ما هنوز نمی‌دانیم در ابتدا چه نیروهایی سبب تکامل آن شده‌اند. ساختار اصلی حیات، خاص و اعجاب‌انگیز است. دانشمندان مبنای حیات را شیمی و بار الکتریکی می‌دانند. توان واقعی میدان الکتریکی سلول در حدود ۳۰ میلیون ولت بر متر است؛ مقداری که با توان الکتریکی صاعقه برابری می‌کند؛ ما بار الکتریکی سلول‌های بدنمان را از تخمک مادرمان به ارث می‌بریم.



این بار الکتریکی جریانِ پیوسته و مداوم بوده که در طول میلیاردها سال، بی‌دری به سلول‌های ما رسیده است. این جریان هیچ‌وقت قطع یا متوقف نشد. بار الکتریکی غشای سلول به‌علت اختلاف غلظت پروتون بین دو سمت غشا به وجود می‌آید. وضعیتِ کاملا مشابه با غشای سلول، در چاه‌های گرمایی اعماق اقیانوس هم وجود دارد. آب داغ و مواد با شدت از این چاه‌های گرمایی به بیرون پرتاب نمی‌شوند، بلکه با حرکاتی مارپیچی به‌آرامی از میان هزارتوی سنگ‌ها راه خود را به بیرون پیدا می‌کند. شاید نخستین سلول‌ها درون این روزنه‌ها و با کمک

همین شیب طبیعی غلظت پروتون شکل گرفته باشند. حدود دو میلیارد سال قبل، سلولی به درون سلول دیگر رفت و ساختار سلولی حیات آن دوران را به‌کلی تغییر داد. بیشتر وقت‌ها سلول‌ها به هم می‌جست‌بند. این اتفاق همیشه رخ می‌دهد و کاملا طبیعی بوده است. آنچه طبیعی نبود این بود که سلولی آن قدر محکم به سلولی دیگر بچسبد که به درون آن فرو رود. این پدیده کاملا غیرعادی بود. همین تغییر داد و بار الکتریکی نیرومندی را پدید آورد که به سلول‌ها اجازه داد بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شوند. تمام

دو درصد از تمام آلودگی کربن دی‌اکسید تولیدشده توسط بشر را تشکیل می‌دهد. با این همه موفقیت چنین طرح‌هایی نیازمند پیشرفت‌های تکنیکی چشمگیر و برطرف‌شدن چالش‌های بی‌شماری است که پیش‌روی چنین ایده‌ای وجود دارد.

##### ۵۰سالگی سفر به ماه

هم‌زمان‌شدن نمایشگاه پاریس با ۵۰سالگی سفر به ماه یا به طور دقیق‌تر فرود آپولو-۱۱ روی ماه حاشیه‌های گوناگونی داشت. از جمله اینکه بخش قابل توجهی از پتل‌ها و کنفرانس‌های پاپوین‌های مختلف خصوصا پاپوین آمریکا به بحث روی ماجرای سفر به ماه و همچنین برنامه‌های آینده ناسا برای بازگشت به ماه و سفر به مریخ اختصاص داده شده بود. در جریان یکی از همین پتل‌ها «جیم براینستاین» مدیر ناسا سخنرانی مفصلی کرد و در طول آن در مورد برنامه آرتیمیس -بازگشت به ماه- توضیحاتی داد. او ضمن این توضیحات گفت که ۵۰ سال پیش تقریبا زنان هیچ شانسِی برای رفتن به ماه نداشتند. اما حالا شرایط به کلی متفاوت است. به علاوه سفر به ماه ریسک و خطر سفر بزرگ‌تر ما به مریخ را هم کاهش خواهد داد. او توضیح داد که برنامه آرتیمیس -که عنوانش برگرفته از نام خواهر آپولو در اساطیر یونان است- مقدمه‌ای برای استقرار پایگاهی در وزای ایستگاه فضایی بین‌المللی کنونی است. به علاوه ما می‌دانیم که ماه صاحب میلیون‌ها تن آب یخ‌زده است؛ آبی که می‌تواند برای چرخه حیات، تولید هوای قابل تنفس و سوخت مورد نیاز راکت‌ها در فضا مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب ما می‌توانیم با استقرار ایستگاهی در مدار ماه راه آسان‌تری به سوی مریخ باز کنیم. ضمن آن‌که تجربه‌های کمک می‌کند تا بهتر بتوانیم با مشکلات راه‌اندازی پایگاه‌های فضایی در سیارات دیگر در آینده کنار بیاییم. در حاشیه سخنرانی او پتل‌های بحث و گفت‌وگوی متعددی هم با حضور شرکای مختلف برنامه آرتیمیس برپا بود؛ پتل‌هایی که عمدتا روی صحبت در مورد تکنولوژی‌های مورد نیاز برای سفر به ماه متمرکز بودند. با این همه همچنان بحث روی چرایی بازگشت به ماه و سیاست‌های کلان صنعت فضایی نیز جریان داشت. با وجود تمرکز بحث‌های خبرساز روی سفر به ماه در صنعت فضایی خبرهای دیگری هم در نمایشگاه بود. خصوصا که آژانس فضایی اروپا تلاش کرد تا نقشه راه مستقل خود برای توسعه فضایی را هم به نمایش بگذارد؛ نقشه راهی که شامل توسعه نسل جدید موشک آریان، موشک‌های بازگشت‌پذیری مشابه فالکن-۹ اسپیس ایکس و انبوه ماهواره‌های شناسایی تغییرات اقلیمی بود که توسط اعضای مختلف اتحادیه اروپا در دست توسعه قرار دارند.

جانوران خشکی‌زی است که ماجرای آن را در کتاب ماهی درونی شما شرح داده و به ارتباط شگفت‌انگیز بدن انسان با ساختارهای موجود در بدن ماهی‌ها و گرم‌هایی که صدها میلیون سال پیش می‌زیسته‌اند، پرداخته است. آن کتاب به انتخاب آکادمی ملی علوم ایالات متحده بهترین کتاب سال ۲۰۰۹ شناخته شد. کتاب جذاب عالم درون سراسر مملو از داستان‌های اعجاب‌آور کشف‌های تاریخی در علوم مختلف است که با قلم ماهرانه شوبین طوری درهم‌تنیده روایت می‌شوند که حین خواندنش از این همه ارتباط تنگاتنگ بین علوم گوناگون حیرت می‌کنید. از گشت‌وگذار همراه شوبین و همکارانش در میان صخره‌ها و یخچال‌های گرینلند درپی فسیل‌هایی از گذشته‌های دور زمین تا کشف علت رانش قاره‌ای و پدیده زمین‌ساخت صفحه‌ای، تا کشف پدیده قدمت‌سنجی به‌کمک کربن ۱۴، از کشف عصرهای یخبندان و علت بروزشان در زمین تا ارتباط دوره‌ای سرمایش در سیاره‌مان با تکامل دید رنگی در گونه انسان، از داستان‌هایی درباره سخت‌کوشی زنان در علم در اعصار مختلف تا کشف‌های موازی پدیده‌های واحد به دست دانشمندان گوناگون بی‌خبر از هم، از کشف ساعت‌های زیستی داخل هر پدیده طبیعی تا کشف منشأ آب در زمین، از تاریخچه پدیدارشدن اکسیژن در سیاره ما تا اهمیت اکسیژن در تکامل گونه ما و... فقط شماری از موضوعات بسیار جذاب این کتاب هستند. یکی از نکات جالب فرعی کتاب، بخش «برای مطالعه بیشتر» است که در حدود ۴۰ صفحه جا گرفته و علاوه بر معرفی منابع، توضیحات بسیار جذابی اضافه بر موضوعات مطرح‌شده در کتاب در خود دارد و بسیار خواندنی است.

انواع حیات پیچیده‌ای که امروز می‌شناسیم نیای مشترکی دارند که در زمان آن رخداد خارق‌العاده می‌زیسته است. از بین هزاران فرصت پیش‌آمده، ما فقط یکی را می‌شناسیم که واقعا کارساز بوده است. آن فرصت فقط یک‌بار در کل تاریخ چهار میلیارد ساله حیات به دست آمد. آیا وجود حیات پیچیده‌ای مثل ما، آن قدر نامحتمل است که در طول چهار میلیارد سال، فقط یک‌بار فرصت ظهور پیدا کرد؟ این همان پرسش اساسی است.

● **یوشیویمیتا تکاملی در کالج دانشگاهی لندن**  
**و نویسنده کتاب The Vital Question**

#### انتخاب طبیعی

### تکوین و تکامل

**آیا تکوین جنینی مسیر تکامل را دنبال می‌کند؟**



**عرفان خسروی**

**دیرینه‌شناس**

● شباهت میان جنین‌شناسی و تکوین انواع مهره‌داران از شواهد موردعلاقه برخی جانورشناسان سده نوزدهم مثل ارنست هکل برای تأیید نظریه تکامل بود. هرچند هکل متهم شد که برخی جزئیات را در تصویرگری‌هایش از تکوین جنینی مهره‌داران (عامدانه یا سهوا) تغییر داده، اما فرضیه مورد ادعای او، موسوم به «قانون تکرار رنوس» (Recapitulation Rule)، تا مدت‌ها مورد تأیید و تأکید جانورشناسان باقی ماند. طبق این فرضیه، جنین جانوران حین رشد جنینی (Ontogeny) رنوس مراحل را طی می‌کند که نیاکانش حین تکامل کلان (Phylogeny) کرده‌اند؛ مثلا جنین پستانداران مرحله‌ای را طی می‌کند که شبیه مرحله لاروی ماهی‌هاست. به‌علاوه، هرچه مسیر تکامل کلان دو جاندار اشتراک بیشتری داشته باشد و نیاکانشان دیرتر از هم جدا شده باشند، مسیر تکوین جنینی آنها نیز بیشتر به هم شبیه خواهد بود؛ مثلا جنین میمون و خوک مدت‌زمان بیشتری نسبت به جنین پرندگان به همدیگر شبیه خواهند بود. در نگاه اول چنین فرضیه‌ای آن‌قدر به زیبایی و کمال میان تکوین جنینی و تکامل کلان تناظر نشان می‌دهد که هر منتقد سخت‌ترایی را به گردن انگشت حیرت وادارد. اطلاق عبارت «قانون» به چنین فرضیه‌ای نشانگر اعتماد جدی به این کشف شگفت است؛ اما همیشه، واقعیت پیچیده‌تر از چنین کلی‌گویی‌های جذابی است!

شواهد فراوانی خلاف این ادعا وجود دارد که شالوده این فرضیه را سست می‌کند؛ مثلا هرچند مراحل میانی تکوین جنینی پرندگان و پستانداران به همدیگر شبیه است؛ اما مراحل بسیار ابتدایی تشکیل فغوت این دو گروه اصلا به هم شبیه نیست. چنین تفاوتی در بدو تسهیم جنینی و تشکیل رویان پرندگان و پستانداران، قطعا ناقض قانون تکرار رنوس است. آیا پیداشدن تبقیضی بزرگ برای یکی از شواهد مشهور نظریه تکامل به معنی تردید در نظریه تکامل است؟ تحقیق خیر!

در حقیقت آنچه نقض شده، برداشتی توأم با کلی‌گویی ساده‌انگاری از نظریه تکامل بوده است. این فرضیه یا قانون که حالا نقض شده، از این نظر ساده‌انگارانه بود که تنها در مسیری مستقیم، سیر تکوین جنینی را متأثر از گذشته تکاملی پنداشته بود؛ درحالی‌که برعکس، این تغییرات تکاملی هستند که اغلب تحت‌تأثیر تکوین جنینی قرار می‌گیرند؛ یعنی تغییرات موجودات زنده حین تکامل کلان از طریق تغییراتی در ژن‌ها رخ می‌دهد که بر تکوین جنینی تأثیر می‌گذارند؛ مثلا ساختار کلی بال خفاش با دست سایر پستانداران یکی است. چیزی که باعث می‌شود دست‌های خفاش تبدیل به بال شود، کم با اضافه‌شدن استخوان‌ها یا اجزای جدیدی به دست‌های جنین خفاش نیست، بلکه تغییر در زمان‌بندی رشد دست‌ها موجب می‌شود پرده جنینی که میان انگشتان همه مهره‌داران تشکیل می‌شود، در جنین خفاش همچنان میان انگشتان دست باقی بماند، همچنین مراحلی از تکوین جنین که طی آن انگشتان دست جوانه می‌زنند تا حد قابل رشد می‌کنند، در جنین خفاش مدت‌زمان بیشتری طول می‌کشد و در نتیجه دستان جنین خفاش، تبدیل به دستانی کشیده با انگشتان بسیار دراز می‌شود که پرده‌ای پوستی میان آنها کشیده شده است. بنابراین آنچه که موجب تکامل نخستین خفاش‌ها از نیاکان غیرپروازگر شد، تغییراتی از این قبیل بود که در زمان‌بندی الگوی تکوین جنین آنها اعمال شد. به همین دلیل است که خفاش‌ها با وجود تفاوت‌های ظاهری در بال‌هایشان، همچنان همان الگوی کلی دست پستانداران را دارند. زمان‌بندی رشد اجزای مختلف بدن در جنین خفاش و سایر مهره‌داران از طریق پروتئین‌های هدایت می‌شود که هرکدام در مرحله‌ای مشخص از رشد جنین، رشد اجزای مختلف بدن در جنین خفاش و سایر مهره‌داران از طریق پروتئین‌های هدایت می‌شود که هرکدام در مرحله‌ای مشخص از رشد جنین، معین‌کننده الگوی رشد اندام‌های جنینی، میان جانوران مختلف تقریبا بدون تغییر هستند؛ یعنی می‌توان یکی از این پروتئین‌ها را از جنین گونه‌ای متفاوت برداشت و به جنین جانوری دیگر اضافه کرد؛ درحالی‌که جنین گیرنده پروتئین دریافت‌شده را می‌شناسد و تحت‌تأثیر آن قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر توالی‌های ژنتیک مسئول ساخت این پروتئین‌ها در اغلب جانوران محافظت‌شده و تقریبا یکسان است و تنها عامل ژنتیکی که موجب عمده تفاوت‌های ریختی میان جانوران مختلف می‌شود، توالی‌های تنظیم‌کننده‌ای هستند که زمان‌بندی و میزان ساخت این پروتئین‌ها را معین می‌کنند. بسیاری از تغییرات تکاملی ناشی از تغییر در زمان‌بندی ساخت همین پروتئین‌های شکل‌دهنده جنین است؛ فرایندی که ناهم‌زمانی یا هتروکرونی (Heterochrony) نامیده می‌شود.