

অন্যান্য স্থলচর পতঙ্গের মতো ঘাসফড়িংও শ্বসনের জন্য বাতাস থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে। এদের শ্বসনতন্ত্র বেশ উন্নত হওয়ায় রক্তের অক্সিজেন বহনে অক্ষমতার ঘাটতি অনেকখানি পূরণ হয়েছে। ট্রাকিয়া নামক এক ধরনের সূক্ষ্ম শ্বাসনালির শাখা-প্রশাখার মাধ্যমে পরিবেশ থেকে গৃহীত অক্সিজেন সরাসরি দেহকোষে প্রবেশ করে এবং দেহকোষে উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড একই পথে দেহ থেকে নির্গত হয়। শ্বসন সম্পাদনের জন্য ট্রাকিয়া ও এর শাখা-প্রশাখাগুলো পরস্পরের সাথে মিলিত হয়ে ঘাসফড়িং-এ যে বিশেষ ধরনের শ্বসনতন্ত্র সৃষ্টি করেছে, তার নাম ট্রাকিয়ালতন্ত্র (tracheal system)। ঘাসফড়িং-এর ট্রাকিয়ালতন্ত্র (শ্বসনতন্ত্র) নিচে বর্ণিত অঙ্গগুলো নিয়ে গঠিত।

১. শ্বাসরন্ধ্র বা স্পাইরাকল (Spiracle): ১০ জোড়া

২. শ্বাসনালি বা ট্রাকিয়া (Tracheae): অসংখ্য

৩. বায়ুথলি (Air Sac): অসংখ্য

৪. প্রান্তীয় কোষ বা ট্রাকিওল কোষ (Tracheole cell): অসংখ্য

৫. ট্রাকিওল (Tracheole): অসংখ্য

১. শ্বাসরন্ধ্র বা স্পাইরাকল (Spiracle): এগুলো ট্রাকিয়ালতন্ত্রের উন্মুক্ত ছিদ্রপথ। দেহের উভয় পাশে মোট দশজোড়া শ্বাসরন্ধ্র বা স্পাইরাকল রয়েছে। এর মধ্যে দুজোড়া বক্ষীয় অঞ্চলে এবং আটজোড়া উদরীয় অঞ্চলে অবস্থিত। প্রতিটি স্পাইরাকল ডিম্বাকার ছিদ্রবিশেষ এবং পেরিট্রিম (peritreme) নামক কাইটিননির্মিত প্রাচীরে পরিবেষ্টিত থাকে। রক্তগুলোর মুখে সূক্ষ্ম রোমযুক্ত পরিস্রাবণ বা ছাঁকনি যন্ত্র (filtering apparatus) থাকায় ধূলাবালি, জীবাণু, পানি ইত্যাদি ভিতরে প্রবেশ করতে পারে না। পেশি নিয়ন্ত্রিত কপাটিকার সাহায্যে রক্তগুলো খোলে বা বন্ধ হয়। শ্বাসরন্ধ্র বন্ধ থাকলে দেহ থেকে জলীয় বাষ্প বেরোতে পারে না। বন্ধ অঞ্চলের স্পাইরাকলগুলো সরাসরি ট্রাকিয়ায় মুক্ত হয়। কিন্তু উদরের স্পাইরাকলগুলো ট্রাকিয়ার সাথে যুক্ত হওয়ার পূর্বে অ্যাট্রিয়াল প্রকোষ্ঠ (atrial chamber) নামক একটি গহবরে মুক্ত হয়।

কাজ: (i) স্পাইরাকল দিয়ে দেহে বায়ুপ্রবেশ করে। (ii) এরা ধূলাবালি, জীবাণু, পানি ইত্যাদির প্রবেশ রোধ করে।

২. শ্বাসনালি বা ট্রাকিয়া (Tracheae): প্রতিটি স্পাইরাকল অ্যাট্রিয়াম (atrium) নামক একটি ক্ষুদ্র প্রকোষ্ঠে উন্মুক্ত। এখান থেকেই উৎপন্ন হয় সূক্ষ্ম শাখা-প্রশাখাযুক্ত, স্থিতিস্থাপক, ট্রাকিয়া যা ঘাসফড়িং-এর প্রধান শ্বসন অঙ্গ এবং সারাদেহে জালিকাকারে বিস্তৃত। ট্রাকিয়ার প্রাচীর তিন স্তরবিশিষ্ট। বাইরের এপিডার্মিস গঠিত ভিভিবিব্রি (basement membrane), মাঝখানে চাপা বহুভুজাকার কোষে গঠিত এপিথেলিয়াম (cpithelium) এবং ভিতরের কিউটিকল নির্মিত ইন্টিমা (intima)। ট্রাকিয়ার অন্তঃস্থ গহবর দিয়ে বায়ুপ্রবাহিত হয়। এ গহবরে কিছুটা পরপর ইন্টিমা পুরু হয়ে আংটির মতো বলয় গঠন করে। এগুলোর নাম টিনিডিয়া (etenidia)। বাতাসের চাপ-হ্রাস পেলে টিনিডিয়া ট্রাকিয়াকে চুপসে যাওয়া থেকে রক্ষা করে। একই সাথে টিনিডিয়া ট্রাকিয়ায় অতিরিক্ত বাতাস প্রবেশের ফলে বাতাসের চাপের বৃদ্ধিজনিত অতি প্রসারণ থেকে ট্রাকিয়াকে রক্ষা করে। দেহে ট্রাকিয়া জালিকাকারে বিন্যস্ত থাকলেও প্রধান কয়েকটি নালি অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ বিন্যস্ত থাকে। এগুলোকে ট্রাকিয়াল কাণ্ড (tracheal trunk) বলে। মোট তিনজোড়া অনুদৈর্ঘ্য ট্রাকিয়াল কাণ্ড দেহের দৈর্ঘ্য বরাবর বিস্তৃত থাকে। যেমন-

i) দেহের দুপাশে অবস্থিত একজোড়া পার্শ্বীয় অনুদৈর্ঘ্য ট্রাকিয়াল কাণ্ড (lateral longitudinal tracheal trunk),

ii) হৃদযন্ত্রের দুপাশে অবস্থিত একজোড়া পৃষ্ঠীয় অনুদৈর্ঘ্য ট্রাকিয়াল কাণ্ড (dorsal longitudinal tracheal trunk) এবং

iii) স্নায়ুরঞ্জের দুপাশে অবস্থিত একজোড়া অক্ষীয় অনুদৈর্ঘ্য ট্রাকিয়াল কাণ্ড (ventral longitudinal tracheal trunk)

দেহের প্রতিপাশে অবস্থিত পার্শ্বীয় ট্রাকিয়াল কাণ্ড থেকে পৃষ্ঠীয় ও অক্ষীয়দিকে কতগুলো অনুপ্রস্থ ট্রাকিয়াল কাণ্ড (transeverse tracheal trunk) সৃষ্টি হয়ে যথাক্রমে পৃষ্ঠীয় ও অক্ষীয় ট্রাকিয়াল কাণ্ডকে যুক্ত করে।

কাজ: ট্রাকিয়া সমগ্র দেহে শ্বসনিক গ্যাস পরিবহন করে।

৩. বায়ুথলি (Air sac): স্থানে স্থানে ট্রাকিয়ার কিছু শাখা প্রসারিত হয়ে বড়, ইন্টিমাবিহীন ও পাতলা প্রাচীরযুক্ত বায়ুথলি গঠন করে। এগুলো সমগ্র দেহে অবস্থান করে।

কাজ: (i) বায়ুথলিগুলো অতিরিক্ত বায়ুধরে রাখে। (ii) শ্বসনের সময় উদরের সঙ্কোচন-প্রসারণের মাধ্যমে এরা ট্রাকিয়ালতন্ত্রে বায়ুসরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

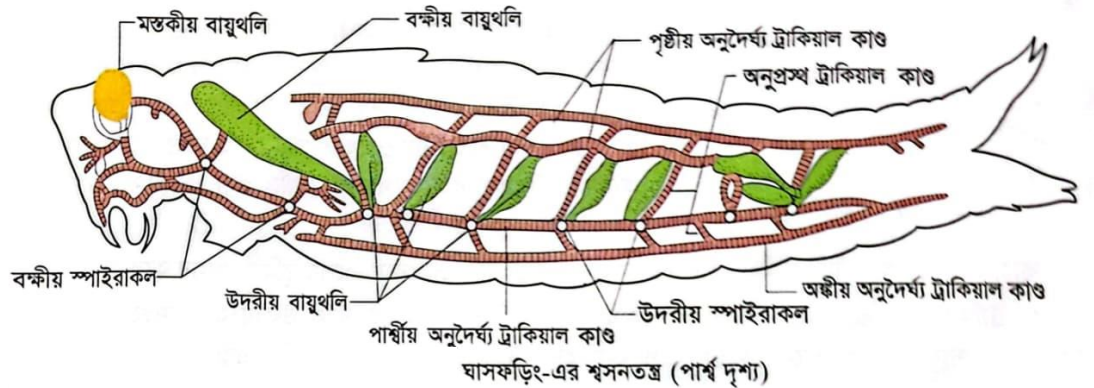
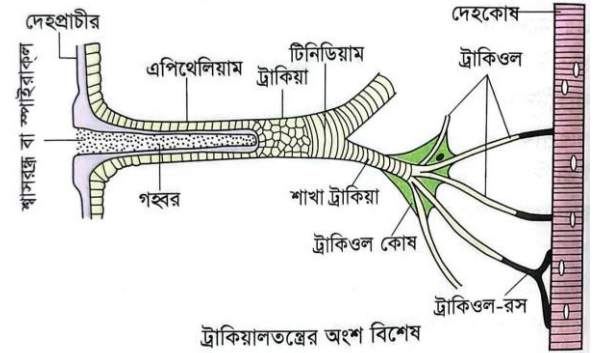
৪. ট্রাকিওল কোষ বা প্রান্তীয় কোষ (Tracheole cell): প্রধান ট্রাকিয়াগুলোর পার্শ্বভাগ থেকে ক্রমাগত বিভাজনের ফলে শাখা ট্রাকিয়া উৎপন্ন হয় এবং প্রতিটি সূক্ষ্ম

শাখা ট্রাকিয়া একটি তারকাকৃতির ট্রাকিওল কোষ বা প্রান্তীয় কোষ-এ পরিসমাপ্তি ঘটায়। ট্রাকিওল কোষ অন্যান্য প্রাণিকোষের মতো পাতলা কোষীয় পর্দা, একটি বড় নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজম যুক্ত।

কাজ: দেহকোষ ও ট্রাকিয়া মধ্যস্থ গ্যাসের আদান-প্রদানে ট্রাকিওল কোষ বিশেষ ভূমিকা পালন করে।

৫. ট্রাকিওল (Tracheole): ট্রাকিওল কোষ থেকে ট্রাকিয়ার যে সূক্ষ্ম নালি উৎপন্ন হয়ে দেহকোষের সাথে প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত থাকে তাদেরকে ট্রাকিওল বলা হয়। ট্রাকিওল শাখা-প্রশাখাবিহীন এবং এদের ব্যাস মাত্র ১ মাইক্রোমিটার (μm) ট্রাকিওলের অন্তঃপ্রাচীরে ইন্টিমা থাকে না। এদের গহবর এক প্রকার তরল পদার্থ বা ট্রাকিওল রস দ্বারা পূর্ণ থাকে।

কাজ: দেহকোষে অক্সিজেন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড এর বিনিময়ে ট্রাকিওল রস মূখ্য ভূমিকা পালন করে।



### ট্রাকিয়া ও ট্রাকিওলের মধ্যে পার্থক্য

তুলনীয় বিষয়	ট্রাকিয়া	ট্রাকিওল
১. আকার-আকৃতি	শাখা-প্রশাখায়ুক্ত বড় ব্যাসবিশিষ্ট নালি: ব্যাস প্রায় ২.৫μm	শাখা-প্রশাখাবিহীন সূক্ষ্ম নালি; ব্যাস ১μm-এর কম।
২. গঠন	অন্তঃপ্রাচীরে ইন্টিমা থাকায় বায়ুশূন্য অবস্থায় চূপসে যেতে পারে।	অন্তঃপ্রাচীর ইন্টিমাবিহীন, বায়ুশূন্য অবস্থায় চূপসে যায়।
৩. অবস্থান	হিমোসিলে অবস্থিত।	দেহকোষের নিবিড় সান্নিধ্যে অবস্থান করে।
৪. বর্ণ	রূপার মতো চকচকে।	সাদাটে।
৫. অভ্যন্তর ভাগ	বায়ুপূর্ণ থাকে।	তরলে পূর্ণ থাকে।
৬. উৎপত্তি	অ্যাক্টিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়।	ট্রাকিওল কোষ থেকে উৎপন্ন হয়।
৭. পরিসমাপ্তি	ট্রাকিওল কোষে পরিসমাপ্ত।	দেহকোষে পরিসমাপ্ত।
৮. দেহ কোষের সাথে সম্পর্ক	দেহকোষের প্রত্যক্ষ সান্নিধ্যে থাকে না।	দেহকোষের ঘনিষ্ঠ সান্নিধ্যে আসে।
৯. কাজ	স্পাইরাকল থেকে ট্রাকিওল পর্যন্ত O <sub>2</sub> ও CO <sub>2</sub> এর বিনিময় ঘটায়।	ট্রাকিওল কোষ থেকে দেহকোষ পর্যন্ত ব্যাপন প্রক্রিয়ায় O <sub>2</sub> ও CO <sub>2</sub> -এর বিনিময়ে সাহায্য করে।

### শ্বসন পদ্ধতি (Process of Respiration)

শ্বাসরঞ্জক না থাকায় ঘাসফড়িং-এর রক্ত শ্বসনে তেমন ভূমিকা পালন করতে পারে না। দেহের বিভিন্ন অঙ্গ-প্রত্যঙ্গে জালিকার মতো ছড়িয়ে থাকা ট্রাকিয়া ও ট্রাকিওলের মাধ্যমে গ্যাসীয় বিনিময় ঘটে। শ্বাসগ্রহণ ও শ্বাসত্যাগ উভয় প্রক্রিয়া প্রধানত শ্বাসরক্ত দিয়ে নিয়ন্ত্রিত হয়। পেশির কার্যকারিতায় উদরের ছন্দোময় সঙ্কোচন-প্রসারণের ফলে বায়ু(O<sub>2</sub>) দেহে প্রবেশ করে এবং ট্রাকিয়ালতন্ত্র থেকে বায়ু(CO<sub>2</sub>) বেরিয়ে আসে।

**ক. শ্বাসগ্রহণ বা প্রশ্বাস (Inspiration):** পেশির প্রসারণে উদরীয় খন্ডকগুলো প্রসারিত হলে ট্রাকিয়ার অন্তঃস্থ গহ্বরও আয়তনে বৃদ্ধি পায়। এ সময় প্রথম চারজোড়া শ্বাসরক্ত অর্থাৎ প্রশ্বাসী শ্বাসরক্তগুলো (inhalatory spiracle) খুলে যায় ফলে O<sub>2</sub>-যুক্ত বায়ুপ্রথমে শ্বাসরক্তের মাধ্যমে ট্রাকিয়ায় পৌঁছে, পরে সেখান থেকে ট্রাকিওল রসে দ্রবীভূত হয় এবং ট্রাকিওল প্রাচীর ভেদ করে টিস্যুরসে দ্রবীভূত হয় সেখান থেকে দেহ কোষে প্রবেশ করে।

**খ. শ্বাসত্যাগ বা নিঃশ্বাস (Expiration):** শ্বাসত্যাগ একটি নিষ্ক্রিয় প্রক্রিয়া। কোষীয় শ্বসনে সৃষ্ট CO<sub>2</sub> ব্যাপন প্রক্রিয়ায় ট্রাকিওল রসে আসে এবং সেখান থেকে ট্রাকিয়ায় প্রবেশ করে। বক্ষীয় ও উদরীয় পেশির সঙ্কোচনের ফলে দেহ খন্ডকগুলোর সঙ্কোচন ঘটে এবং সাথে সাথে ট্রাকিয়ার অভ্যন্তরের আয়তন হ্রাস পায়। এসময় বাকি ছয় জোড়া শ্বাসরক্ত খুলে যায় যার মধ্য দিয়ে ট্রাকিয়া থেকে CO<sub>2</sub> সমৃদ্ধ বায়ু বের হয়ে যায়। মূলত নিঃশ্বাসের সময় খুব অল্প পরিমাণ CO<sub>2</sub> দেহ থেকে নিষ্কাশিত হয়। কোষে উৎপন্ন অধিকাংশ CO<sub>2</sub> ই রক্তের প্লাজমা দ্বারা পরিবাহিত হয়ে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় দেহতল দ্বারা নিষ্কাশিত হয়।

